3e série, t. Ve. — 1877. — N° 7.



BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

(Cette Société, fondée le 17 mars 1830, a été autorisée et reconnue comme établissement d'utilité publique, par ordonnance du roi du 3 avril 1832.)

TROISIÈME SÉRIE

TOME CINQUIÈME

Feuilles 25-29 (19 mars, 2 et 5 avril 1877), et G.

Planches V et VI.

PARIS

AU SIÉGE DE LA SOCIÉTÉ

Rue des Grands-Augustins, 7

et chez F. Savy, libraire, boulevard St-Germain, 77

1876 à 1877

Le Bulletin parait par livraisons mensuelles.

DÉCEMBRE 1877





EXTRAIT DU RÈGLEMENT CONSTITUTIF DE LA SOCIÉTÉ

APPROUVÉ PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1832.

ART. III. Le nombre des membres de la Société est illimité (1). Les Français et les Étrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

ART. IV. L'administration de la Société est confiée à un Bureau et à un Conseil, dont le Bureau fait essentiellement partie.

ART. V. Le Bureau est composé d'un président, de quatre vice-présidents, de deux secrétaires, de deux vice-secrétaires, d'un trésorier, d'un archiviste.

ART. VI. Le président et les vice-présidents sont élus pour une année ; les secrétaires et les vice-secrétaires, pour deux années ; le trésorier, pour trois années ; l'archiviste, pour quatre années.

ART. VII. Aucun fonctionnaire n'est immédiatement rééligible dans les mêmes fonctions.

ART. VIII. Le Conseil est formé de douze membres, dont quatre sont remplacés chaque année.

ART. IX. Les membres du Conseil et ceux du Bureau, sauf le président, sont élus à la majorité absolue. Leurs fonctions sont gratuites.

ART. X. Le président est choisi, à la pluralité, parmi les quatre vice-présidents de l'année précédente. Tous les membres sont appelés à participer à son élection, directement ou par correspondance.

ART. XI. La Société tient ses séances habituelles à Paris, de novembre à juillet (2).

ART. XII. Chaque année, de juillet à novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un des points de la France qui aura été préalablement déterminé. Un Bureau sera spécialement organisé par les membres présents à ces réunions.

ART. XIV. Un *Bulletin* périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

ART. XVII. Chaque membre paye : 1° un droit d'entrée, 2° une cotisation annuelle. Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs. Ce droit pourra être augmenté par la suite, mais seulement pour les membres à élire. La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs. La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement d'une somme fixée par la Société en assemblée générale (*Décret du 12 décembre* 1873) (3).

(1) Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans l'une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation, avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président, et avoir reçu le diplôme de membre de la Société *(Art. 4 du règlement administratif)*.

(2) Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres *(Art. 42 du règlement administratif)*.

(3) Cette somme a été fixée à 400 francs *(Séance du 20 novembre 1871)*.

TABLEAU INDICATIF DES JOURS DE SÉANCE

ANNÉE 1877-1878.

Les séances se tiennent à 8 heures du soir, rue des Grands-Augustins, 7

Les 1er et 3e lundis de chaque mois.

Novembre	Décembre	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.
5	3	7	4	4	1	6	3
		14			15		
19	17	28	18	18	25*	20	17
					29		

* *Séance générale annuelle.*

La bibliothèque de la Société est ouverte aux Membres les lundis, mercredis et vendredis, de 11 à 5 heures.

Identité de situation des **dépôts crétacés** *de la* **côte Châlonnaise** *et du Sud-Ouest du* **Jura**,

par M. **Tardy**.

La Société, dans son excursion du 24 août 1876 à Fontaines, près de Châlon-sur-Saône, a pu observer à la montagne Saint-Hilaire un petit lambeau de terrain crétacé déjà signalé par M. Thiollière (1). Ce lambeau est surtout intéressant à cause des relations qu'il peut avoir avec les dépôts signalés dans le Jura, à Lains par le Frère Ogérien et MM. Bonjour et Defranoux, et à Leyssard par M. E. Benoît (2).

Dans le but de faciliter ce rapprochement, je demande à signaler quelques points de ressemblance qui m'ont paru exister entre le dépôt de la montagne Saint-Hilaire et celui de Leyssard.

Dans ces deux localités, la série crétacée est complétement représentée; mais à Leyssard les roches ont mieux résisté aux actions postérieures et ont conservé dans le haut leurs relations stratigraphiques. A la montagne Saint-Hilaire, au contraire, on voit des blocs de craie, des amas de sables verts, le tout mélangé un peu confusément. Néanmoins la série néocomienne, avec ses calcaires jaunes grenus, est très-nette des deux côtés, quoique les assises soient très-minces, surtout à la montagne Saint-Hilaire. La stratification de ces assises est très-nette de part et d'autre et concorde dans les deux localités avec celle des assises jurassiques.

Dans chacun des deux gisements les couches sont inclinées vers l'est. Cette inclinaison est, d'après M. Delafond, de 25° environ à la montagne Saint-Hilaire; sur les coupes très-bien faites de M. E. Benoît, on trouverait un plongement moyen de 30°; mais, comme sur un dessin il est très-naturel d'exagérer les pentes, on peut supposer que la pente est ici la même qu'à la montagne Saint-Hilaire. Des deux côtés la tranche ouest des assises forme la surface de la montagne, tandis que par leur bord est elles s'appuient contre le mur jurassique d'une faille qui, des deux côtés, limite à l'est le Crétacé.

D'après M. Delafond la faille de la montagne Saint-Hilaire est dirigée N. 20° E.; à Leyssard M. E. Benoît a trouvé N. 18° E. Il existe aussi en Italie une grande faille dirigée N. 22° E. Cette faille, étudiée par M. Sismonda, passe au col de Tende et au lac Majeur, et limite à l'ouest les formations jurassiques de la Haute-Italie.

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XIII, p. 599; 1856.
(2) *Bull.*, 2e sér., t. XVI, p. 114; 1858.

La faille de Leyssard, d'après les coupes de M. Benoît, a son plongement vers l'ouest; il en est de même à Germollès pour une faille que m'a montrée M. Meray et qui, comme celles de Leyssard et de la montagne Saint-Hilaire, retient du Néocomien à l'ouest de son mur jurassique. L'identité du dépôt de Germolles avec les deux autres, à divers points de vue, me semble permettre de conclure *à priori* que la faille de la montagne Saint-Hilaire doit elle aussi plonger vers l'ouest (1).

Dans le Châlonnais, comme dans le Jura, les diverses failles du système N. 18° à 20° E. sont très-nombreuses et très-rapprochées; elles sont toutes inclinées de même et ont presque toutes le même rejet, qui met en contact les assises supérieures avec la série jurassique moyenne.

A Leyssard, le dépôt crétacé a été relevé en partie du côté du mur jurassique, au lieu de rester horizontal. Cette situation prouve, d'après les indications déduites des travaux de M. Tresca sur le poinçonnage des métaux, que les roches crétacées existaient déjà lors du dernier mouvement de la faille, et que ces roches ne devaient pas être recouvertes par de puissantes assises quelles qu'elles soient. Cela revient à dire que les choses étaient à peu près telles que nous les voyons, que la série crétacée n'a jamais été recouverte par des dépôts postérieurs, antérieurement au mouvement de la faille. Ces roches crétacées sont encore aujourd'hui complétement à nu au sommet d'une montagne. Cette situation élevée est un nouveau point de ressemblance entre le dépôt de Leyssard et celui de la montagne Saint-Hilaire.

Il en existe encore un autre entre les dépôts de Lains et de Leyssard et ceux de Saint-Hilaire et du Néocomien de Germolles. Les deux dépôts de Lains et de Leyssard sont sur le même méridien, 3 grades 50 minutes de la Carte de l'État-major français. Cette direction est indiquée par une grande faille, dont l'âge du dernier mouvement est antérieur à la période néocomienne et crétacée, et cependant postérieur aux dernières assises jurassiques.

Cette grande faille N.-S. est, comme toujours, accompagnée d'un grand nombre de failles parallèles, plus ou moins rapprochées de la direction générale. Ces diverses failles sont inclinées vers l'est et coupent ainsi en profondeur les failles N. 18° à 20° E. Cependant les failles N.-S. doivent être les plus anciennes.

Les deux dépôts de Saint-Hilaire et de Germolles sont aussi, par un hasard peut-être fortuit, à peu près sur le même méridien. Toutefois, à Lains et à Leyssard, je crois que la série crétacée s'est déposée dans un golfe étroit et profond, ouvert au nord, fermé au sud, et dont la faille N.-S. formait à peu près l'axe.

(1) V. *Bull.*, 3e sér., t. IV, p. 645 et 652 (note), et pl. XX, fig. 1-4.

Les dépôts de la côte Châlonnaise étaient-ils dans le même cas? C'est ce qu'il sera, je crois, difficile de dire. Mais, s'il en était ainsi, il se pourrait que la grande vallée de la Saône n'eût pas existé pendant la période crétacée. Faute de documents sur cet objet, on peut supposer, jusqu'à preuve du contraire, à raison des fossiles cités lors de la réunion de Châlon, que la plaine de la Bresse existait déjà à l'époque crétacée.

Note sur le bassin **tertiaire** *de* **Bahna** *(Roumanie),*
par M. **Stephanesco.**
Pl. V.

A l'extrémité occidentale de la Roumanie, il existe un petit bassin tertiaire qui a été méconnu jusqu'à présent. M. Huot (1), cité par d'Archiac (2), ne parle de formation tertiaire qu'à l'est des Portes-de-fer, vers Skila, indiqué sur ma carte sous son vrai nom de Schela Cladovi. L'erreur était facile ; car le petit bassin dont il s'agit est entouré presque de toutes parts par la formation azoïque.

En effet, si l'on part de Vêrciorova, village roumain situé sur la rive gauche du Danube et sur la frontière qui sépare la Roumanie de l'Autriche-Hongrie, et que l'on remonte la petite et assez étroite vallée au fond de laquelle coule le ruisseau Bahna, qui lui a donné son nom et qui va se jeter dans le Danube, on ne voit, sur un parcours de 7 à 8 kilomètres, jusqu'au village de Bahna, à droite et à gauche de la route, que des micaschistes de toutes nuances, blancs, rouges, gris et noirs, traversés par des veines de quartzite blanc. Au village de Bahna, le paysage change ; la vallée s'élargit et, au lieu de hautes cîmes escarpées, plus ou moins couvertes de forêts, on voit, au moins sur la rive droite, des collines ondulées, couvertes de cultures, et qui, à partir du village, vont en augmentant de pente vers l'ouest jusqu'à Deala Curchia ou Peatra (pierre) Surel, où se trouve la limite de ce bassin, dont les couches s'adossent contre le massif de micaschistes qui le ferme de ce côté.

En parcourant ce bassin en tous sens, j'ai reconnu qu'il était formé par des couches tertiaires.

Partant de la rive droite du ruisseau Bahna, en face du village du même nom (la rive gauche est formée par les micaschistes,

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 1re sér., t. X, p. 153; 1839
(2) *Histoire des Progrès de la Géologie*, t. II, p. 115.

dont les couches inclinent vers le S. S. E.), et me dirigeant sur Curchia, j'ai relevé la succession suivante des couches, qui plongent vers le S. S. O. sous un angle de 40 à 45° :

1° *Argile rougeâtre et verdâtre,* sans fossiles.
2° *Sable argileux,* micacé, verdâtre, sans fossiles.
3° *Argile verdâtre,* sans fossiles.
4° *Lignite,* d'abord schisteux, puis compacte, avec cordons de sable et d'argile schisteuse et charbonneuse ; son épaisseur est de 7 à 8 mètres.
5° *Argile brun-verdâtre,* schisteuse et se divisant en fragments irréguliers, pétrie de fossiles, parmi lesquels abonde le *Cerithium plicatum,* Brug.; vers sa partie supérieure, cette argile devient jaune-rougeâtre et sans fossiles.
6° *Sable gris,* sans fossiles.
7° *Argile gris-brunâtre,* schisteuse, remplie de très-grandes *Ostrea crassissima,* Lam., qui malheureusement se cassent très-facilement, de sorte qu'il est très-difficile d'avoir des exemplaires complets.
8° *Sable jaune,* à cordons rougeâtres, fins et micacés, sans fossiles.
9° *Sable gris,* grossier et à petits cailloux, sans fossiles.
10° *Argile verdâtre et brunâtre,* se divisant en petits fragments irréguliers, sans fossiles.
11° *Marne argileuse, brun-verdâtre,* dans laquelle se trouve intercalée une couche de *marne blanche,* presque compacte, se divisant en gros fragments irréguliers. Cette marne argileuse renferme la *Congeria subglobosa (?),* Partsch.

Après cette série de couches viennent une rupture et un renversement ; car toutes les couches qui suivent plongent dans un sens différent, c'est-à-dire vers le S. S. E. En partant de cette rupture et remontant la succession des couches vers Curchia, on retrouve les mêmes couches de *marne* à *Congeria subglobosa (?),* de *sables* jaunes et gris, tantôt fins, tantôt grossiers, avec intercalations de minces cordons d'argile feuilletée, sans fossiles.

A partir de ces sables, jusqu'aux micaschistes qui le ferment à l'ouest, ce bassin a une composition très-différente de la précédente : il est, dans cette région, formé presque exclusivement par un calcaire grossier, quelquefois madréporique ou à petits cailloux siliceux.

Cette formation, que nous pouvons appeler *Calcaire grossier de Curchia,* peut être divisée, au point de vue de la nature des roches, en deux parties.

La première, qui suit immédiatement les dépôts sablo-argileux, comprend une succession de minces couches d'*argile,* de *sable micacé,* de *grès grossier,* de *calcaire concrétionné et mamelonné,* de *calcaire madréporique* à boules de cristaux d'aragonite, et de plaquettes de *marnes* plus ou moins *argileuses* et assez fossilifères (Polypiers et *Operculina complanata,* d'Orb.).

La seconde division est formée exclusivement de couches assez

épaisses de calcaire grossier, qu'on peut subdiviser, d'après la structure pétrographique, en trois niveaux :

1° A la partie supérieure, des couches d'un calcaire tantôt dur, tantôt plus ou moins friable, de couleur gris-jaunâtre ou verdâtre, à cause des grains de chlorite qu'il renferme, contenant parfois de petits cailloux siliceux qui sont, en certains points, assez abondants pour constituer un grès calcaire très-grossier ;

2° Des couches d'un calcaire jaunâtre, grossier, à petits grains et sans cailloux, ce qui le rend très-bon comme pierre de taille (1);

3° A la base, des couches d'un calcaire jaunâtre, mais plus grossier, renfermant de petits cailloux siliceux et des fragments et même des blocs de micaschistes provenant du massif contre lequel il est adossé.

Ces fragments de micaschistes nous indiquent, d'une manière indubitable, le rivage de la mer sous laquelle le calcaire s'est déposé ; ils sont en effet tous usés et roulés.

Toute cette formation est remplie de fossiles, parmi lesquels nous pouvons citer des *Lucines,* des *Cônes,* etc., et à la base, dans le niveau inférieur, le *Clypeaster scutellatus*, Marcel de Serres.

Après avoir reconnu la nature pétrographique et la succession des couches de ce bassin, il nous reste à voir quels sont les fossiles qu'elles renferment, pour pouvoir nous rendre compte de leur âge. Sur ce point je puis affirmer dès à présent que nous avons affaire au terrain miocène.

Je considère la première partie, celle qui va de la rive droite du Bahna jusqu'aux alternances *argilo-sableuses,* comme l'analogue du Miocène moyen du bassin de Vienne, des collines de l'Italie du Nord et des bassins du Midi et du Sud-Ouest de la France, et même peut-être de celui de Mayence.

Cette partie renferme les fossiles suivants :

Cerithium plicatum, Brug.,
Buccinum miocœnicum, Michelotti,
Pleurotoma spinescens, Partsch,
— *Jouanneti,* Des Moul.,
Natica helicina, Brocchi,
Ostrea crassissima, Lam.,
Congeria subglobosa ?, Partsch.

Comme on le voit, la partie supérieure de cette formation est exclusivement marine, tandis que la partie inférieure, la marne à *Congeria subglobosa,* est d'eau douce ou saumâtre.

Avant de terminer avec ce système de couches, j'ai à faire deux ob-

(1) Il existe en cet endroit une carrière qui a fourni à la Compagnie des chemins de fer Pitesti-Vêrciorova, la plus grande partie des pierres employées à ses diverses constructions.

servations. La première est relative au *Cerithium plicatum*. Ce Cérithe, qui est très-abondant dans le bassin de Bahna, l'est moins dans celui de Vienne. Hörnes, dans son travail : *Die fossilen Mollusken des Tertiær-Beckens von Wien*, dit que le *C. plicatum* ne se trouve que dans un petit golfe du bassin de Vienne, dans le golfe Horner, et là même il ne parle que d'un seul type qu'il décrit et figure sous le n° 6 de la planche 12, tandis qu'à Bahna il existe deux variétés : la variété communément indiquée sous ce nom, et qui se trouve aussi à Vienne ; et la variété *Alpina*, citée par M. Tournouër comme se montrant à Escragnolles (1), et qui diffère de l'autre en ce que dans l'intérieur de la bouche on voit très-nettement, ressortant en relief, des granulations correspondant aux cordons extérieurs ; cette variété est à Bahna tout aussi abondante que l'autre.

La seconde observation, qui, à ce que je crois, n'a été faite par personne jusqu'à présent, est relative à la conservation de l'odeur d'eau de mer par les coquilles des mollusques. En effet, pendant que je fouillais le gisement à *Ostrea crassissima*, en frappant contre des morceaux de cette gigantesque Huître, je fus surpris de la forte odeur d'eau de mer que je sentais. Me rappelant que beaucoup de minéraux ont la propriété de développer, par le frottement ou par le choc, les odeurs qu'ils renferment, je frappai à plusieurs reprises avec le marteau des fragments de cette coquille, et je sentis une forte odeur, tout à fait analogue à celle que l'on éprouve lorsqu'on se promène sur la plage de la mer, surtout à mer basse. Cette odeur s'est conservée dans les coquilles pendant plusieurs semaines.

La seconde division de notre formation, celle qui est comprise entre les alternances argilo-sableuses et le micaschiste et que je considère comme représentant le Miocène inférieur, est exclusivement marine et plus riche en fossiles ; j'y ai trouvé :

Parmi les Vertébrés :

Oxyrrhina incerta, Michelotti (une seule dent) ;

Parmi les Mollusques :

Conus Berghausi, Michelotti,
— *Ighinai*, Michelotti,
— *Dujardini*, Desh.,
Fusus rostratus, Olivi,
Pleurotoma monilis, Brocchi,
— (peut-être espèce nouvelle),
Cerithium vulgatum, Brug.,
Cerithium echidnoïdes, Lam.,
Buccinum costulatum, Brocchi,
Turritella subangulata, Brocchi,
— *Archimedis ?*, Brongn.,
Mitra cupressina, Brocchi,
Ancillaria glandiformis, Lam. (très-grande : elle mesure 58^{mm} de longueur),

(1) *Note sur les Fossiles tertiaires des Basses-Alpes, recueillis par M. Garnier*, *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XXIX, p. 492, pl. V, fig. 10 *a*.

Oliva flammulata, Lam.,
Cypræa Duclosiana, Bast.,
Neritopsis radula, Hörnes,
Dentalium Bouei, Desh.,
Lucina columbella, Lam.,
— *miocænica*, Michelotti,
Spondylus miocænicus, Michelotti,
— *Deshayesi* ?, Michelotti ;

Parmi les Échinodermes :

Clypeaster scutellatus, Marcel de Serres ;

Parmi les Polypiers :

Septastræa laxilamella, Michelotti ;

Parmi les Foraminifères :

Operculina complanata, d'Orb.

Si nous voulons à présent nous rendre compte de l'orographie de cette partie de la Roumanie pendant les périodes géologiques, nous voyons :

1° Qu'après le dépôt des terrains azoïques, qui forment presque toutes les hauteurs de cette région, le sol s'est exhaussé et a formé une île qui est restée au-dessus du niveau de la mer pendant tout le temps qu'une grande partie de l'Europe était couverte par les mers des périodes primaire et secondaire et par celles du commencement de la période tertiaire ; car aucun représentant de ces formations ne se trouve dans le bassin de Bahna ;

2° Qu'à la fin de l'époque éocène, une dépression s'étant produite, soit par un affaissement du sol, soit par l'action continue des vagues, la mer miocénique qui venait de l'ouest s'est précipitée dans le nouveau golfe et a déposé les couches du Miocène inférieur et moyen ;

3° Qu'après les derniers dépôts du Miocène moyen, un exhaussement s'est produit de nouveau, et que la mer s'est retirée pour toujours ; aucun dépôt du Miocène supérieur ni du Pliocène ne se montre en effet dans cette région.

Le bassin de Bahna a donc de l'analogie avec plusieurs des bassins miocènes de l'Europe ; si l'on jette les yeux sur le tableau comparatif ci-contre, on voit qu'il est surtout analogue aux bassins de Vienne, de Bordeaux, de Dax et de l'Italie du Nord.

Bien que la portion de la rive gauche du Danube comprise entre Vêrciorova et Schela Cladovi n'appartienne pas au bassin de Bahna, et que je ne l'aie pas étudiée définitivement, je donnerai pourtant une idée des grands systèmes de roches qu'on rencontre entre Vêrciorova et Gura Vaii, sur une longueur de plus de dix kilomètres.

En allant de Vêrciorova vers Turnu-Severin, on rencontre d'abord les *micaschistes*, puis, derrière la station du chemin de fer de Vêrciorova, une couche de *calcaire blanc sale*, compacte, dure, à cassure conchoïdale et esquilleuse, sans fossiles. Ensuite vient une succession

BASSIN DE BAHNA.	BASSIN DE VIENNE.	BASSIN DE BORDEAUX.	BASSIN DE DAX.	BASSIN DE L'ITALIE DU NORD.
Cerithium plicatum, Brug.	*	*	*	*
Buccinum miocænicum, Michelotti.	*	*	*	*
Pleurotoma spinescens, Partsch.	*		.	*
— *Jouanneti*, Des Moul.	*	*	*	*
Natica helicina, Brocchi.	*	*	*	*
Ostrea crassissima, Lam.	*	.	.	.
Congeria subglobosa ?, Partsch.	*	.	.	.
Conus Berghausi, Michelotti.	*	.	.	*
— *Ighinai*, Michelotti.	.	.	.	*
— *Dujardini*, Desh.	*	*	*	.
Fusus rostratus, Olivi.	*	.	*	*
Pleurotoma monilis, Brocchi.	*	.	*	*
— *sp.*	.	.	.	.
Cerithium vulgatum, Brug.	*	*	*	*
— *echidnoïdes*, Lam.	.	?	?	.
Buccinum costulatum, Brocchi.	*	*	*	*
Turritella subangulata, Brocchi.	*	.	*	*
— *Archimedis ?*, Brongn.	*	*	*	*
Mitra cupressina, Brocchi.	*	.	.	*
Ancillaria glandiformis, Lam.	*	*	*	*
Cypræa Duclosiana, Bast.	*	.	*	*
Oliva flammulata, Lam.	*	*	*	*
Neritopsis radula, Hörnes.	*	*	*	.
Dentalium Bouei, Desh.	*	.	.	*
Lucina columbella, Lam.	*	*	*	.
— *miocænica*, Michelotti.	*	.	.	*
Spondylus miocænicus, Michelotti.	.	?	?	*
— *Deshayesi ?*, Michelotti.	.	?	?	*
Clypeaster scutellatus, Marcel de Serres.	?	?	?	.
Operculina complanata, d'Orb.	?	*	*	*

de couches d'un grès très-dur, d'un *conglomérat gréseux* à fragments calcaires, déjà indiqué, de *schistes* un peu ardoisiers, noirs ou rouges, luisants et graphiteux, avec de rares impressions de plantes indéterminables. Cette succession, sauf les micaschistes, peut être considérée comme la base du Silurien ou mieux du Cambrien. Au-delà, on retrouve une puissante formation de *micaschistes* et de *gneiss.*

Toutes ces couches se continuent de l'autre côté du Danube, en Serbie. Les rochers qui hérissent le lit du fleuve et constituent les *Cataractes* ou les *Portes-de-fer*, sont formés par ces micaschistes.

Un peu avant Gura Vaii commence un autre bassin, qui ne communiquait pas avec celui de Bahna; car la nature et l'âge de ses roches sont différents. Nous trouvons ici un *calcaire secondaire*, compacte, blanc-jaunâtre, qui forme le fond d'un petit golfe de la mer secondaire ; ce golfe, qui s'étendait vers le nord-est, est compris ici entre le terrain azoïque et le terrain tertiaire ; celui-ci est composé par des *sables*, des *grès siliceux durs*, de couleur grise et rouge, et par un puis-

sant dépôt de *conglomérats* qui constitue les derniers gradins des Carpathes, avant d'arriver à Schela Cladovi.

Ce bassin dépend de la mer qui couvrait la plus grande partie de la surface de la Roumanie, car on retrouve ces grès et ces conglomérats dans les districts de Muscelu et de Dîmbovitza, et dans le massif de Bucegi, dont les plus hauts sommets, comme Omul et Caraimanul, en sont constitués ; et ils s'étendent encore plus vers l'est.

M. **Tournouër** fait observer que la coupe du petit bassin tertiaire de Bahna, telle que la donne en détail M. Stephanesco, semble se prêter à une interprétation différente de celle qu'en propose notre collègue.

M. Stephanesco y voit une coupure à l'est de laquelle les couches seraient renversées, de telle façon que les dernières couches du côté de Bahna, couches à *Ostrea crassissima* et couches à *Cerithium plicatum*, seraient les plus récentes et supérieures aux *marnes à Congéries*, qui formeraient les deux côtés de la coupure ou du V du centre de la coupe. D'après la seule inspection de cette coupe, il semble théoriquement plus naturel d'y voir un bassin en cuvette, brisé à peu près vers son milieu, de façon que les marnes à Congéries formeraient les couches supérieures de cette cuvette, et qu'on retrouverait au-dessous de ces marnes, à droite et à gauche, des couches argilo-sableuses ou ligniteuses se correspondant. A l'ouest seulement, du côté de Curchia, la formation étant plus puissante, montrerait des couches plus anciennes, calcaire madréporique et calcaire fossilifère, qui ne se retrouvent pas du côté de Bahna.

Quant à la classification de ces couches par leurs fossiles, M. Stephanesco les range dans le Miocène inférieur et dans le Miocène moyen. M. Tournouër fait observer à cet égard que, d'après les citations de fossiles données par M. Stephanesco, il faudrait vraisemblablement rajeunir toutes ces couches au moins d'un degré; rien n'indique le Miocène inférieur; l'ensemble paraît appartenir peut-être au Miocène moyen pour quelques couches, et très-probablement pour la plus grande partie au Miocène supérieur d'Autriche et de Hongrie (*Conus Berghausi, C. Dujardini, Ancillaria glandiformis, Neritopsis radula, Cerithium vulgatum, Ostrea crassissima*, etc.), terminé normalement par des couches à Cérites et par des marnes à Congéries.

Quant à la forme particulière de *Cerithium plicatum* dont parle M. Stephanesco, M. Tournouër a de la peine à croire, sans avoir vu le fossile, qu'elle soit identique avec la variété *Alpina* qu'il a décrite des terrains nummulitiques de Faudon, de Branchaï, etc.

Ces observations, d'ailleurs, sont faites théoriquement et avec la réserve qui s'impose quand il s'agit d'un bassin fort éloigné et de cou-

ches et de fossiles qu'on n'a pas vus ; elles sont faites par M. Tournouër dans le désir d'appeler l'attention de M. Stephanesco lui-même et des autres géologues de la région sur l'étude approfondie d'un petit bassin intéressant, qui n'avait pas encore été signalé et dont on devra la connaissance première aux recherches de notre confrère.

Le secrétaire analyse la note suivante :

Étude sur les **Eaux minérales** *d'***Evian** *(Haute-Savoie)*, par M. Th. **Ébray**.

Dans une note intitulée : *Sur la coïncidence des sources minérales de la Nièvre avec les failles* (1), j'ai démontré que les sources importantes de Pougues et de Saint-Honoré jaillissaient dans les joints d'une faille parfaitement caractérisée.

Plus tard j'ai fait voir que les sources minérales de Soyons, de Celles, de Vals et de Neyrac étaient situées sur le trajet de la faille orientale de l'Ardèche (2). Ce principe de la coïncidence des sources minérales avec les failles a été corroboré dans ma note *sur la classification des eaux minérales de la Savoie en groupes coïncidant avec les failles* (3).

Occupé maintenant de la stratigraphie de la Savoie, je suis conduit à étudier les dislocations alpines de plus près, et cette étude me ramène quelquefois sur l'examen des sources minérales de ce pays intéressant. Je dirai dans cette notice quelques mots sur les sources minérales d'Évian, dont l'administration est aujourd'hui en procès avec cette ville au sujet de l'une des sources de la Compagnie des eaux. Je montrerai que les principes de géologie peuvent rendre des services dans certains cas où les données vulgaires sont plus ou moins incapables d'éclairer la conscience des juges.

J'ai déjà fait remarquer, dans ma note sur les eaux minérales de la Savoie (4), que les sources du Petit-Bornand, de Saint-Jeoire et d'Évian étaient situées sur une ligne droite N. N. E., jalonnée par la vallée du Riche. Cette vallée coïncide avec une série de petites cassures, dont une traverse le Môle.

Mais l'examen spécial des eaux d'Évian conduit à constater une autre particularité, qui a sauté dès l'abord aux yeux de M. Vignier, prési-

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XVII, p. 124 ; 1859.

(2) *Stratigraphie des terrains jurassiques du dép. de l'Ardèche, Bull.*, 2e sér., t. XXI, p. 363 ; 1861.

(3) *Bull.*, 2e sér., t. XXIV, p. 401 ; 1867.

(4) *Op. cit.*, p. 412.

dent du Conseil d'administration de ces eaux, dont l'attention avait été éveillée par mes travaux antérieurs.

Toutes ces sources, savoir : *les sources de Bonnevie, Montmassou, Le Miaz, Guillot, Cachat, Nouvelles Sources, source Vignier, Jardin-blanc, source du Lavoir*, sont alignées suivant une ligne droite dirigée Est-Ouest.

Ainsi elles obéissent à deux alignements :

1° En ce qui concerne leurs rapports avec les autres sources de la Savoie, elles font partie du système Petit-Bornand-Saint-Jeoire, dirigé N. N. E.-S. S. O.

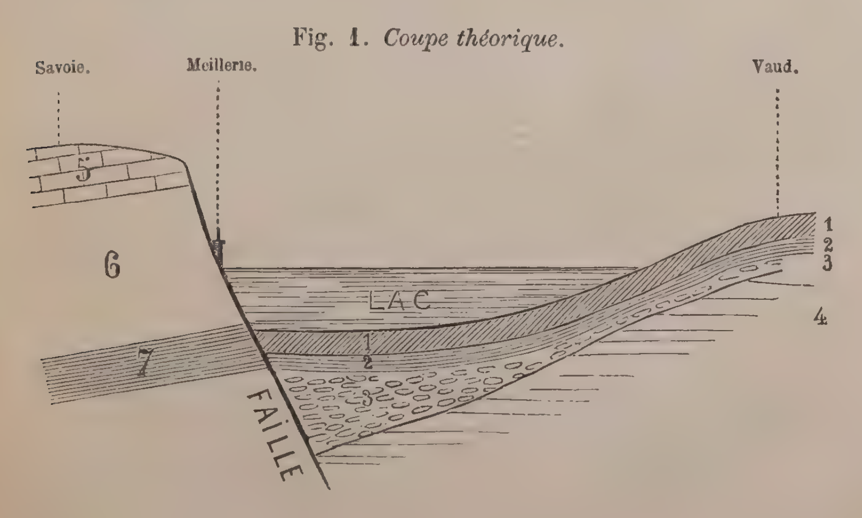
2° En ce qui concerne leurs rapports entre elles, elles sont alignées suivant une ligne droite dirigée E.-O.

J'ai montré que les nombreuses failles de la Savoie obéissaient à deux directions principales : N. N. E. - S. S. O. et E.-O. Les premières ont déterminé les hautes arêtes qui traversent ce pays; les secondes coïncident avec les cluses, et nous avons vu que la vallée de l'Arve est dans ce cas.

J'ai appelé l'attention des géologues sur ce fait que le petit lac Léman, celui de Neuchâtel, celui de Bienne, le Jura lui-même, paraissaient obéir aux ruptures N. N. E. - S. S. O., tandis que le grand lac Léman, le lac de Constance, la vallée du Haut-Rhône, subissaient l'influence du système E.-O.

La ligne qui relie les sources d'Évian entre elles est parallèle au grand lac de Genève, dont la direction est déterminée par la faille qui passe au pied des rochers de Meillerie et qui explique les grandes profondeurs de cette région.

Fig. 1. *Coupe théorique.*

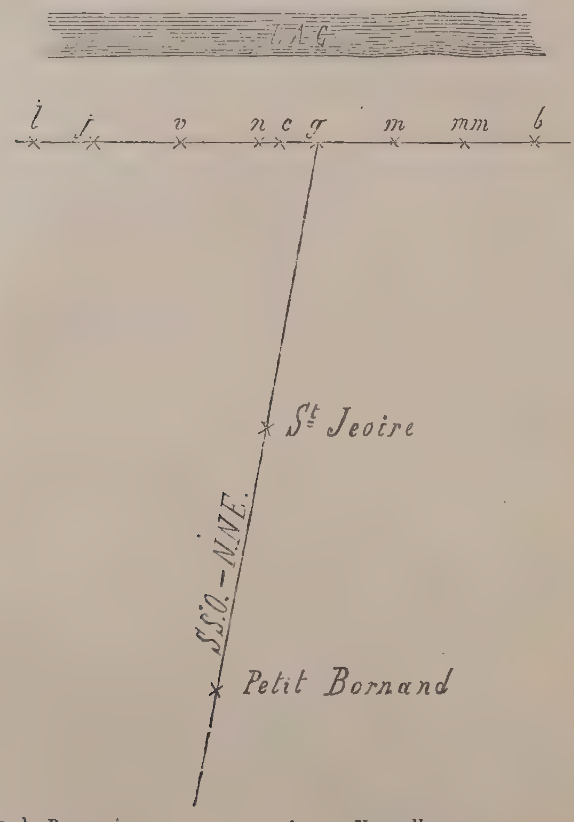


1. Marne déposée par le lac de Genève ancien et moderne.
2. Marne quaternaire.
3. Conglomérat.
4. Mollasse.
5. Calcaire à entroques.
6. Lias.
7. Trias.

Il est difficile de constater à Évian même les caractères de la faille qui a forcé les sources à s'aligner d'une manière si remarquable, mais il est probable que cette faille n'est autre qu'une cassure parallèle à la grande faille de Meillerie.

Voici d'ailleurs la disposition générale des sources d'Évian (fig. 2) :

Fig. 2.



b. Source de Bonnevie.
mm. — Montmassou.
m. — Le Miaz.
g. — Guillot.
c. — Cachat.
n. Nouvelles sources.
v. Source Vignier.
j. — Jardin-blanc.
l. — du Lavoir.

La source du *Jardin-blanc* et celle du *Lavoir* font donc partie du filon des autres sources et elles ont la même origine que leurs voisines.

Puisque j'ai parlé des grandes profondeurs du lac de Genève et de leur cause, et bien que le sujet sorte un peu du titre de cette note, je dirai quelques mots sur l'embarras qu'éprouvent certains auteurs de voir que le lac n'a pas été comblé par les conglomérats.

Je pense qu'il est reconnu aujourd'hui par tout le monde que les *phénomènes qui ont présidé à la formation de ce dépôt sont antérieurs à ceux qui ont produit l'extension des anciens glaciers.* M. Ern. Favre l'admet aussi dans ses *Quelques remarques sur l'origine de l'Alluvion ancienne* (1). Je suppose, d'un autre côté, que les géologues considèrent l'alluvion ancienne comme résultant de l'eau en mouvement.

M. Ern. Favre dit : « *Le point d'où partaient les cailloux entraînés par les cours d'eau, doit toujours avoir été à une distance égale de celui où ces éléments se déposaient. Si elle avait été considérable, les torrents sortant des glaciers auraient bientôt abandonné les plus gros et n'auraient entraîné plus loin que les sables et les argiles* (2). »

La première partie de cette proposition peut se mettre en regard de certains conglomérats *alpins* des environs de Lyon, qui sont quelquefois à éléments plus gros que ceux du Bois de la Bâtie, et servir à tirer des conclusions. D'un autre côté, il est évident qu'en suivant les torrents actuels, on trouve quelquefois des conglomérats de blocs de $0^{m}30$ à 1 mètre cube, situés à 30 ou 40 kilomètres de leur point de départ ; ces blocs s'usent lentement et on ne doit pas supposer que la distance du point d'où partaient les cailloux au conglomérat ne puisse pas être considérable.

M. Favre ajoute : « *Si ces considérations sont justes, le transport de l'alluvion au-delà des lacs s'explique par le fait que ceux-ci auraient été rapidement comblés par la glace et préservés par elle. Sans doute, cette explication est loin d'être satisfaisante, mais elle paraît la plus plausible, et ce n'est que reculer la difficulté de conclure de la coupe de la Bâtie, comme le fait M. Tardy, que les roches alpines ont dû traverser les lacs, transportées par un glacier antérieur à l'alluvion ancienne* (3). »

Comme M. Ernest Favre admet que la formation des conglomérats a précédé la période dite glaciaire, on se demande comment on peut

(1) *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle,* t. LVIII, p. 18; janv 1877.

(2) *Op. cit.,* p. 25.

(3) *Ibid.,* p. 26.

concevoir l'espérance d'expliquer les effets antérieurs par les causes postérieures.

Tout le monde reconnaît la grande étendue des conglomérats ou alluvions anciennes; nous renvoyons à ce sujet à la page 18 de la note de M. Ern. Favre.

Ceci étant donné, je dirai que j'ai assisté aux deux inondations de la Loire (1846 et 1856), cherchant à protéger nos travaux de l'influence des crues. On peut ici prévoir les effets qu'a dû produire un cours d'eau immense, en voyant ceux qu'un fleuve ordinaire a causés lors de ses crues. Lorsque la nappe d'eau désordonnée est rentrée dans son lit, nous avons pu constater que les sédiments nouveaux, sablonneux et argileux, étaient loin de former un plan; les anciens bas-fonds sont restés bas-fonds, des remblais nouveaux de 2 à 3 mètres se sont formés ici; là, au contraire, l'ancien lit a été raviné d'autant. Ces effets se sont produits entre Saint-Satur et Pouilly, où la Loire amplifiée n'avait pas moins de 5 kilomètres de largeur et 1,5 millimètre de pente par mètre. Que ne doit-on attendre d'un torrent de 500 mètres de profondeur et de plusieurs kilomètres de largeur, ayant de très-fortes pentes sur de grandes longueurs? Les lois de l'hydraulique, la théorie du choc des corps, peuvent-elles rendre compte des forces mises en jeu et de l'intensité des effets obtenus?

La croyance naïve de voir des plans dans les dépôts laissés par ces eaux exceptionnelles est assurément difficile à comprendre, et je suppose que si le lac de Genève n'a pas été rempli, c'est qu'il existait sur une assez grande distance un gouffre profond pour le remblayage duquel les matériaux ont été insuffisants.

Les masses d'eau qui descendaient du Haut-Rhône et du Saint-Gothard transportaient avec elles des cailloux roulés qui se projetaient dans le gouffre; le remblai exécuté le long et au pied de la faille de Meillerie, d'après des calculs faciles à faire, est de 500 mètres au moins de hauteur; remblai respectable, qui commence à faire honneur au courant auquel nous conservons le *nom ancien* de *diluvien*. En demandant plus, cela serait évidemment exiger un peu trop de géométrie de la part d'un courant de cette nature. Il n'est évidemment pas nécessaire de supposer que le lac de Genève ait dû être comblé pour permettre aux conglomérats de se déposer plus loin : le courant, à sa sortie du val du Haut-Rhône, a trouvé assez d'espace pour se déverser vers le nord, et, pour répandre ses sédiments plus à l'ouest, il n'était nullement nécessaire que le gouffre de Meillerie se comblât; d'ailleurs ces eaux tumultueuses ont dû rapidement se jeter sur la grande barrière du Jura, qui a introduit dans leur régime des désordres considérables. Refoulées d'abord vers leur point de départ, elles ont repris

leur course vers le nord et vers le sud, vers le Bois de la Bâtie et vers le Petit-Crédo, dont le sommet, à une grande altitude, est composé de conglomérats.

Appliquant l'idée de M. Favre, quelle serait l'importance du culot de glace de notre confrère, en prenant le Crédo comme point de départ?

M. Bioche analyse la note suivante :

Sur l'âge et la constitution des régions **schisteuses** *du* **Gévaudan** *et des* **Cévennes,**

par M. G. **Fabre.**

Pl. VI.

Il y a quatre ans, M. Ébray donnait dans le *Bulletin* (1) une courte note sur les terrains traversés par le chemin de fer de Chapeauroux à Alais; dans ces quelques pages, l'auteur, cherchant à fixer l'âge des massifs schisteux, rattachait la partie septentrionale au terrain *silurien* et la partie méridionale au terrain *carbonifère*.

Il est regrettable que notre savant confrère ait cru pouvoir formuler des conclusions aussi précises sur la structure géologique d'une vaste région qu'il n'a fait que traverser; et je ne doute pas que, s'il eût quitté les tranchées du chemin de fer pour gravir les montagnes environnantes, il n'eût pas tardé à revenir lui-même sur sa première appréciation.

Personne n'ayant encore relevé les conclusions de la note précitée, je crois devoir exposer ici les principaux faits qui ne me permettent pas de les accepter et qui m'obligent à maintenir tout l'ensemble du massif cristallophyllien dans les terrains azoïques.

Je donnerai donc une description sommaire des deux principaux massifs schisteux, et j'insisterai plus particulièrement sur les relations de ces roches avec les granites éruptifs.

1° Région des Gneiss entre Chapeauroux et La Bastide.

Cette région est essentiellement constituée par les deux massifs montagneux de Mercoire et du Tanargue, séparés par la haute vallée de l'Allier, que suit le tracé du chemin de fer.

Le gneiss forme un système très-épais (6 000 mètres au moins), qui passe dans ses parties supérieures au micaschiste, avec lequel il alterne

(1) *Bull.*, 3e série, t. I, p. 132 ; 1872.

(1), et qui supporte même, en quelques points, des talcschistes (2).

Le gneiss, feldspathique et compacte sur le territoire des communes de Puylaurent (Lozère), La Veyrune, Saint-Étienne-de-Lugdarès, Borne, Le Plagnial, La Narce (Ardèche), passe même à un granite gneissique sur les hautes cîmes qui séparent Le Plagnial de La Chavade (1 435^{m}).

Cependant la variété qui paraît dominer dans la région est un *gneiss glandulaire,* très-feuilleté, à deux micas, l'un noir, l'autre blanc argentin, très-abondant. L'orthose, au lieu de s'y trouver distribué par feuillets est à l'état d'amandes arrondies de 2 à 5 centimètres de long, autour desquelles les feuillets micacés ou quartzeux se contournent d'une façon bizarre.

Les minéraux ou roches accidentelles sont tout à fait absents dans le système des gneiss du Tanargue, depuis l'Allier jusqu'aux plus hautes cîmes de la chaîne ; ils se réduisent dans le massif de Mercoire à quelques rognons d'hyalomicte, à de rares cristaux et feuillets de tourmaline, et à quelques couches subordonnées de leptynite stratiforme (3).

Les directions offrent une constance remarquable dans toute cette région de près de 450 kilomètres carrés; elles oscillent entre 45 et 55°. Ce n'est qu'en des points très-limités que les feuillets s'écartent de cette direction moyenne.

Les deux principales exceptions se rapportent aux directions 0° et 120°. Ainsi l'orientation N.-S. règne dans les gneiss glanduleux et les micaschistes verticaux, entre Langogne et la vallée du Donozau ; elle se retrouve dans les micaschistes de la vallée du Chapeauroux, à Laval-Atger, et dans les gneiss de la forêt de La Vilatte (Ardèche).

Au centre même du massif du Tanargue, au hameau des Chambons, les gneiss sont verticaux et courent 88° en moyenne. Dans les gorges du Chassezac, entre Chasseradès et Puylaurent, ils sont orientés en moyenne 120° et plongent de 15 à 30° seulement vers le sud-ouest. Les micaschistes qui les accompagnent dans ces régions offrent les mêmes directions.

Sans chercher ici à rattacher ces directions à des systèmes de soulèvement, je me bornerai à insister de nouveau sur la remarquable uniformité des massifs gneissiques de Mercoire et du Tanargue, et sur l'absence complète de tout banc de calcaire, de quartzite ou même de schiste argileux. Cette constance absolue dans les caractères cristallins,

(1) A Saint-Frézal d'Albuges, Mercoire et Saint-Flour-de-Mercoire (Lozère).

(2) Au Cheylard-l'Évêque (Lozère).

(3) Je prends ici le terme *leptynite* dans le sens restreint que lui attribue Cordier dans sa *Description des Roches*.

jointe à l'absence complète de toute trace de débris organisés, oblige à classer tout l'ensemble dans le grand système des terrains *cristallophylliens azoïques.*

Relations des Gneiss avec les Granites éruptifs.

Quelques filons de granulite tourmalinifère à mica blanc argentin interrompent seuls la continuité du massif de gneiss aux environs de Langogne, et passent en quelques points à de véritables pegmatites à grandes parties. Mais tout l'ensemble de la formation gneissique est brusquement arrêté vers l'ouest par le grand épanchement de granite porphyroïde qui constitue la chaîne de montagnes de la Margeride et les hauts plateaux du Gévaudan. La figure 2 de la planche VI montre comment le contact se fait par déchirement.

La ligne de contact des deux formations se suit avec la plus grande facilité sur 22 kilomètres, depuis La Ponteyre (commune de Langogne) jusqu'à Chazeaux (commune de Saint-Frézal-d'Albuges). Sur tout ce long parcours, la postériorité du granite aux gneiss et aux micaschistes est évidente. Ainsi des lambeaux assez importants de micaschistes ont été empâtés dans ce grand épanchement granitique, et forment des sortes d'îlots qui ont jusqu'à 400 mètres de long et qui se trouvent comme perdus dans la région granitique, à plusieurs kilomètres du massif schisteux auquel ils ont été arrachés.

Je citerai le lambeau qui est au sommet du col entre Fontanes et Faveirolles, celui qui est sur la vieille route entre Chaudeyrac et Nostrezès, et celui qui se trouve à la Croix de Chaudeyraguet (commune de Chaudeyrac).

En d'autres points plus rapprochés de la ligne de contact, le granite a englobé des fragments anguleux de micaschiste de toutes dimensions, comme cela se voit entre Lambarnès et Sagnerousse (commune de Chaudeyrac). Ailleurs, le granite s'est fait jour à travers les micaschistes disloqués, de sorte que des portions schisteuses s'avancent sous forme de coins gigantesques dans la masse même du granite ; tel est un coin de micaschiste que l'on recoupe sur le chemin du Reynaldès à La Vialette (commune de Langogne) ; telle est encore la langue étroite de micaschiste talcifère qui pénètre de près de deux kilomètres dans le granite au village même du Cheylard-l'Évêque.

De tout ce qui précède on peut conclure que la région gneissique de Mercoire et du Tanargue est exclusivement constituée par des roches azoïques cristallisées *antérieures à l'épanchement du granite porphyroïde de la Margeride.*

2° Région des Schistes talqueux des Cévennes.

En suivant le chemin de fer de Brioude à Alais, dès qu'on descend au sud de La Bastide, l'aspect des montagnes change complétement. Aux vallées ouvertes et peu profondes de la région gneissique, succèdent brusquement des gorges de 400 à 500 mètres de profondeur, séparées par des crêtes rocheuses étroites ; on passe sans transition du Gévaudan à la région des Cévennes.

Les versants, couverts d'éboulis schisteux et micacés, tantôt réfléchissent vivement les rayons du soleil, tantôt, plongés dans l'ombre des hautes cîmes, ne s'accusent que par la belle verdure des chataîgniers. De quelques sommets élevés (Le Pompidou, Saint-Roman, Barre, Saint-Maurice-de-Ventalon, etc.), ces effets de lumière se succédant sur une suite de crêtes aiguës et déchirées rappellent sous certains rapports, et sauf la différence des masses, certains aspects des Alpes et des Pyrénées (1).

Toute cette région est entièrement formée par des talcschistes micacés très-fissiles : le mica y est assez atténué pour donner à ces roches l'apparence de véritables talcschistes (2) ; l'illusion est du reste entretenue par un effet de satinage que présentent souvent les feuillets de la roche dans le sens de la schistosité. Ces feuillets, parfois plans et ardoisiers, sont plus généralement plissés et contournés d'une façon bizarre ; ils enveloppent dans leurs replis des amandes contemporaines de quartz blanc, dont l'abondance et la grosseur sont très-variables selon les localités.

Quoi qu'il en soit des détails locaux de structure, il est constant que ces talcschistes micacés constituent un système d'une épaisseur énorme (3) et d'une extension géographique considérable (7 000 kilomètres

(1) V. Junius Castelnau, *Notes et souvenirs de voyages*, t. I, p. 150 ; 1857.

(2) Les véritables *talcites* (Cordier) sont très-rares dans le massif des Cévennes, et le plus souvent on a pris pour tels des schistes satinés à mica très-atténué ; presque toujours, par un examen attentif à la loupe, on peut découvrir les paillettes très-petites de mica blanc qui donnent à la roche la propriété de réfléchir vivement les rayons du soleil. Je ne puis signaler de véritables talcites qu'en deux points fort éloignés l'un de l'autre : Cubiérettes sur le versant nord du Mont-Lozère, et La Moline, commune de Saint-Sauveur (Gard), sur le versant occidental du massif de l'Aigoual.

On remarquera que ma description des roches de cette région diffère notablement de celle d'E. Dumas, qui, en 1846, disait : Le mica est fort rare dans le terrain talqueux des Cévennes (1).

(3) E. Dumas attribuait 3000 à 4000 mètres à ce système (*Bull.*, 2e sér., t. III, p. 569); cette évaluation est certainement au-dessous de la vérité.

(1) *Bull.*, 2e sér., t. III, p. 569.

carrés) : ils forment à eux seuls toutes les gorges profondes et escarpées de la chaîne des Cévennes, et présentent, depuis les montagnes du Tanargue (Ardèche) jusqu'à celles de l'Aigoual (Gard), une telle uniformité de caractères, que les anciens auteurs avaient jugé à propos de les désigner sous le nom spécial de *schistes luisants des Cévennes*. Cordier en a fait son *étage* des *talcites phylladiformes*, premier produit du refroidissement et de la consolidation de l'écorce terrestre.

Il est certain que, nulle part dans la région, ces schistes ne présentent la moindre couche gréseuse ou calcaire qui puisse être considérée comme d'origine sédimentaire ; ce n'est que fort loin vers l'ouest, dans les environs du Vigan, qu'ils paraissent se continuer par un puissant système de *talcschistes phylladiformes* et de *stéaschistes satinés* qui alternent avec des couches de calcaire saccharoïde, et qui pourraient représenter tout ou partie des terrains sédimentaires, depuis le Laurentien jusqu'au Silurien.

Les minéraux accessoires sont extrêmement rares dans tout le système schisteux des Cévennes ; ils se réduisent à quelques mouches et rognons de *pyrite de fer*, à de très-rares amandes de *feldspath orthose* et à des talcites *mâclifères* ou *graphiteux*.

Relations des Talcschistes avec les Granites éruptifs.

La région qui nous occupe a été en plusieurs points fortement disloquée par l'apparition du granite porphyroïde éruptif; cette roche constitue quatre massifs principaux, qui sont, en allant de l'est à l'ouest, les *plateaux de la Borne*, le *Mont-Lozère*, le *massif de l'Aigoual* et le *massif de Lasalle*.

Que l'on envisage l'un ou l'autre des épanchements granitiques, on peut constater partout les mêmes faits, savoir : la nature franchement éruptive de la roche, et les violentes dislocations qu'elle a opérées dans les schistes environnants.

J'en choisirai quelques exemples entre mille.

A. *Plateaux granitiques de la Borne*. La coupe générale que je donne (Pl. VI, fig. 3) montre une masse granitique qui semble avoir percé les schistes en les refoulant de part et d'autre.

Au-dessus de Saint-Jean-Chazorne, le sommet du plateau granitique est recouvert par un mince revêtement de schistes brisés, que surmontent les arkoses (Infrà-lias ou Keuper). Au Vert supérieur (commune de Montselgues) ces schistes sont relevés, et les ravins ont mis à nu partout le granite sous-jacent. Un filon de granulite tourmalinifère à mica blanc perce les micaschistes suivant une direction N.-S.

Ces mêmes injections de granulite ou de granite dans les schistes s'observent aux environs de Planchamp et de Thines.

A La Rouvière (commune de Sainte-Marguerite-la-Figère), le granite a visiblement soulevé les schistes, sans les injecter. Ce sont des micaschistes à glandes et noyaux allongés de quartz blanc ; leur direction est de 60°, leur plongement de 30° vers le sud-est.

B. *Massif du Mont-Lozère.* L'éruption granitique a circonscrit en partie une grande masse de schistes qui forme aujourd'hui le cirque de Costeilades, au sud-ouest de Villefort, et a porté cette masse à des altitudes considérables. C'est ainsi que les hauts sommets dits *La Tête de Bœuf* (1 621^m^) et *Le Bois des Armes* (1 576^m^) sont formés par le terrain de schiste. On conçoit du reste que cet exhaussement considérable n'ait pu se produire sans de violents efforts dynamiques dont les couches nous conservent les traces. Aussi toute la vallée de Costeilades présente-t-elle des refoulements, des plissements et des contournements nombreux et très-remarquables.

D'autres lambeaux de schistes, quoique bien moins étendus, sont peut-être tout aussi intéressants par leur situation isolée au milieu de la région granitique. Ainsi deux îlots se rencontrent à 1 500 mètres d'altitude sur la croupe allongée qui s'étend depuis Camargues jusqu'au signal de Malpertus, plus connu dans le pays sous le nom de *Truc de Cassini*. Un autre îlot n'est en réalité qu'un bloc énorme, de cinq à six cents mètres cubes, enchassé dans le granite à 1 250 mètres d'altitude et à un kilomètre au sud du hameau de Finiels : il est là seul, isolé, perdu à plus de cinq kilomètres de tout terrain schisteux analogue (Pl. VI, fig. 1).

On voit donc que le granite a bien réellement soulevé les schistes, en les brisant ; cette conclusion ressort plus clairement encore de l'examen des relations du granite avec les massifs qui l'entourent.

Du côté de l'est, il y a butement par la grande faille de Concoules (1); vers le nord ou l'ouest, au contraire, les schistes recouvrent la masse granitique *en s'imbriquant régulièrement autour d'elle*. Cette disposition est très-nette et ne peut faire de doute pour l'observateur qui se

(1) Dans un précédent travail *(Bull.*, 3e sér., t. I, p. 306, pl. V; 1873), j'ai signalé cette faille, qui forme l'escarpement oriental du Mont-Lozère : elle est dirigée N.-S. et peut être suivie sans fatigue pendant plusieurs kilomètres le long de la vieille route de Concoules à Génolhac. Elle se présente sous l'aspect d'un mur vertical de granite, de 10 mètres de hauteur, poli en miroir et strié avec une étonnante régularité ; au contact les schistes ont été triturés par des actions mécaniques violentes, au point d'être transformés en une sorte de pâte talqueuse, noirâtre, très-onctueuse au toucher, qui occupe une largeur de 30 à 40 mètres. Cette belle faille est recoupée en plusieurs points par le chemin de fer entre Concoules et Villefort; les diverses modifications des schistes à son voisinage sont très-faciles à étudier dans les tranchées.

donne la peine de visiter les gorges profondes au-dessus des villages de Saint-Étienne-du-Valdonnès, Vareilles, Brajon, Auriac, Les Sagnes, Serviès et Malavielle.

En ce dernier point, un profil dirigé N.-S. recoupe le sommet du Mont-Lozère (1 702m) et offre la disposition suivante, instructive à plus d'un titre (Pl. VI, fig. 1). Le granite porphyroïde, *g*, passe, dans ses parties supérieures, à un granite gneissique à grains moyens, g^1, qui devient de plus en plus feuilleté et se lie ainsi aux couches de gneiss, *gn*, superposées ; le gneiss passe à son tour au micaschiste, *s*, lequel se termine, aux environs du Bleymard, par des schistes talqueux plus ou moins mâclifères. L'épaisseur totale du terrain cristallophyllien peut être évaluée en cet endroit à 3000 mètres ; sa direction moyenne est de 106° et son plongement de 40° vers le nord (1).

A l'autre extrémité de la coupe, les relations réciproques du granite et des schistes sont tout autres. On voit en effet que le massif montagneux du Bougès est formé de micaschistes dirigés en moyenne 100° et plongeant, comme ceux du Bleymard, de 20° environ vers le nord ; ils viennent donc buter contre le granite, au lieu d'être relevés par lui. La ligne de contact offre tous les caractères d'une ligne de rupture, et le granite porphyroïde à grands cristaux succède partout brusquement au micaschiste normal.

Chose remarquable, l'action métamorphique exercée par le granite éruptif sur les schistes ne s'est étendue qu'à une très-faible distance de la ligne de contact (100 mètres au plus) ; cette action a consisté dans l'injection de petits filets de granite à grains moyens et à mica talqueux, et dans la production de nœuds et de veines de feldspath tourmalinifère. Ces divers phénomènes sont très-nets dans le lit du ruisseau de Rieutord et dans le ravin de Pollimies (commune de Vialas).

Aussi tout fait-il présumer que le granite du Mont-Lozère est venu au jour à une température assez basse et dans un état physique tel que les cristaux constitutifs étaient déjà formés ; car on n'observe pas que les cristaux diminuent de volume à mesure qu'on se rapproche des schistes, ce qui aurait certainement eu lieu si la matière granitique fût venue au jour à l'état de fusion (2).

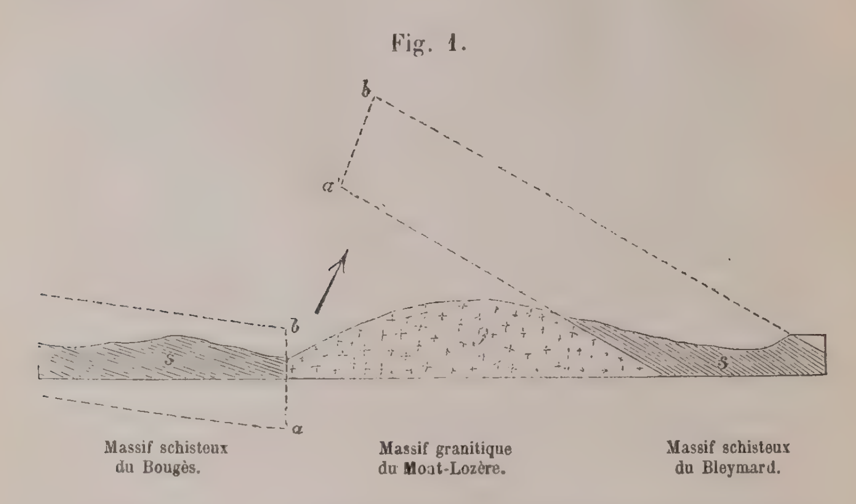
Au reste, il ne paraît guère possible de se rendre compte de la disposition respective actuelle des schistes et des granites, autrement qu'en supposant la masse granitique portée au jour dans un état quasi-solide et par l'effet d'une grande rupture E.-O., parallèle à la chaîne du

(1) Il est intéressant de comparer cette coupe à celle que M. Gruner a donnée du Mont-Pilat (*Description géologique et minéralogique du département de la Loire*, p. 101).

(2) V. Stoppani, *Bull. Soc géol.*, 2e sér., t. XXVII, p. 157 et s.

Bougès. Le croquis ci-dessous (fig. 1) fera mieux comprendre ma pensée.

Fig. 1.



On voit que, dans cette hypothèse, le massif schisteux du Bleymard devrait être considéré comme la portion restante d'un voussoir de l'écorce terrestre qui, rompu en *a b*, aurait fait bascule en *a' b'*, de façon à laisser apparaître au jour ses parties granitiques profondes.

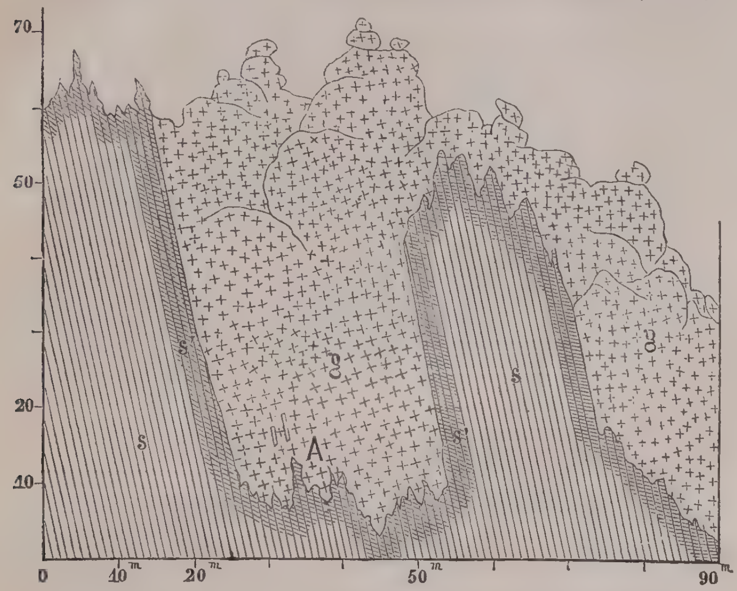
C. *Massif de l'Aigoual.* Dans les montagnes de l'Aigoual les relations réciproques des granites et des schistes ne sont pas moins nettes qu'au Mont-Lozère, et, ici comme là, la nature cristallisée des schistes et leur antériorité au granite sont évidentes.

Ainsi, sur la route, à 800 mètres au nord du hameau de L'Espérou, on voit les talcschistes visiblement relevés par le granite et plongeant fortement (70°) vers le nord.

Pareillement, toute la zone schisteuse qui s'étend au nord-ouest du noyau granitique de l'Aigoual, en passant par les villages de Lafoux, Férussac, Conillergues, Campis, Les Oubrets et Cabrillac, est relevée par les granites. Quand on remonte la vallée de la Brèze, de Campis aux Oubrets, on constate que les talcschistes micacés se feldspathisent progressivement et se chargent de quartz, en se fragmentant en morceaux anguleux. Enfin, près des Oubrets, sur une zone de 300 mètres de large, il y a mélange et injection de granite dans les schistes.

Sur le versant opposé des montagnes, dans le bassin de l'Arre, le fait de la déchirure et du recouvrement des schistes par le granite éruptif est encore plus frappant. J'ai relevé à ce sujet, dans les environs d'Aumessas (Gard), deux coupes (fig. 2 et 3) qui se passent de toute

Fig. 2. *Coupe prise sur la rive gauche du ruisseau du Bavezon, à 1 kilomètre en amont de La Viale, commune d'Aumessas (Gard).*

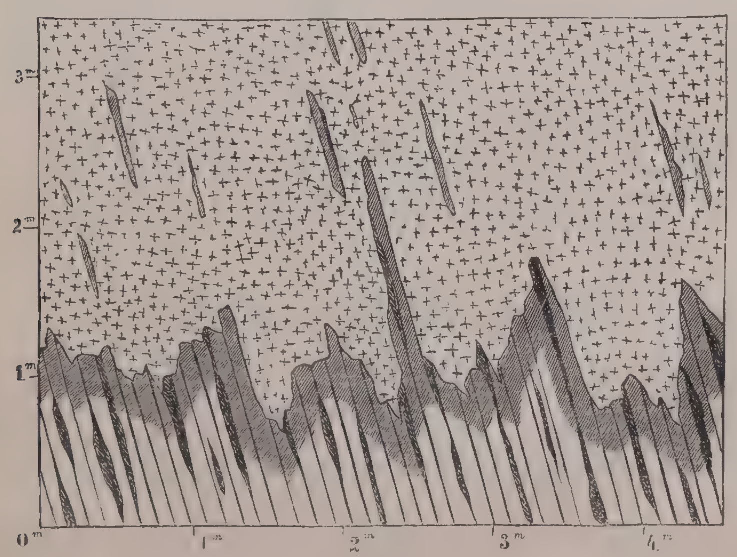


s. Talcschiste micacé, avec lits et filets de quartz gris; direction, 100°; plongement, 80° S.

s'. Même schiste silicifié.

g. Granite porphyroïde.

Fig. 3. *Détail des couches au point A.*



explication et qui mettent en parfaite évidence le fait si curieux de la non-altération du granite au contact avec le schiste sur lequel il semble avoir coulé.

D. *Massif granitique de Lasalle.* Depuis Mandagout jusqu'à Saint-Jean-du-Gard s'étend une protubérance de granite porphyroïde qui a été bien évidemment injectée au milieu des schistes. En effet les points de contact des schistes et du granite n'offrent jamais de passage insensible entre ces deux roches, qui restent toujours distinctes l'une de l'autre ; on peut même voir quelquefois le granite envelopper des fragments de schistes plus ou moins volumineux qu'il dût arracher et envelopper lors de son éjection.

Cette particularité s'observe notamment sur le revers sud du massif, lorsque du Cabaret de la Lègue, situé sur la route de Saint-Hippolyte à Lasalle, on va à Saint-Martial, en suivant la séparation du granite et du terrain schisteux (1).

3° Résumé. — Conclusions.

Toutes les preuves que je viens d'accumuler en faveur de l'ancienneté des schistes cristallins sembleraient cependant devoir s'évanouir en présence du fait annoncé par M. Ébray, à savoir la découverte d'empreintes de *Stigmaria* et de *Sagenaria* dans ces schistes à Génolhac.

Or, pour ma part, et sans contester en aucune façon l'exactitude des déterminations données par M. Ébray pour les échantillons qu'il a ramassés dans les tranchées du chemin de fer, je révoque en doute d'une façon absolue la présence de fossiles *en place* dans les schistes, soit à Génolhac, soit en un point quelconque de la région. Depuis huit ans que je parcours ces montagnes, je n'ai jamais rencontré aucun débris de corps organisés dans les schistes ; à Génolhac, en particulier, j'ai suivi maintes fois les tranchées du chemin de fer sans rien trouver de ce genre. De plus, notre savant confrère M. Jaubert, qui était sur les lieux et qui a dirigé les grands travaux nécessités par l'établissement de la voie ferrée, n'a jamais pu apercevoir la moindre trace de corps organisés (2).

Je crois donc pouvoir affirmer que les fossiles signalés par M. Ébray n'étaient pas en place et avaient dû être amenés de quelque bassin

(1) E. Dumas, *Statistique géologique du dép. du Gard,* t. I, p. 40.

(2) Quelques feuillets schisteux contiennent des mâcles groupées qui imitent assez fidèlement certaines tiges d'*Annularia.* Tel est en particulier un remarquable feuillet talqueux que M. Jaubert a mis au jour auprès du pont de Villefort, et qui lui a fourni de très-beaux échantillons de ces jeux de cristallisation.

houiller du Gard en cet endroit, par les travaux du chemin de fer.

Ainsi tombe entièrement l'assimilation hasardée qui faisait des schistes micacés et talqueux un *terrain carbonifère métamorphique.*

Il faut donc vieillir ces schistes. Dans cet ordre d'idées, on pourrait tout d'abord être tenté de les rattacher à la série dévonienne ou à la série silurienne.

Il y aurait cependant, à cette façon d'envisager les choses, de graves objections à faire. Remarquons, en effet, que le Silurien et le Dévonien, si admirablement caractérisés dans l'Hérault, reposent là sur une masse puissante de micaschistes et de gneiss, qui les sépare du granite et qui paraît être l'équivalent exact des schistes ou gneiss des Cévennes. De la sorte, rattacher les schistes des Cévennes au Silurien serait admettre dans notre région d'abord la suppression complète du puissant étage des micaschistes et gneiss primitifs, et ensuite une action métamorphique régionale intense ; cette action aurait fait entièrement disparaître les nombreux horizons calcaires qui caractérisent si nettement les terrains silurien et dévonien de l'Hérault, et aurait transformé les roches si variées de ces terrains en gneiss, schistes micacés et talcschistes.

Toutes ces hypothèses ne sont étayées par aucun fait d'observation sérieuse ; et il faut certainement reculer au-delà du Silurien l'âge des schistes des Cévennes.

Il ne reste donc que le fait certain et indiscutable de l'existence d'une énorme épaisseur (3 à 5 000 mètres) de schistes cristallins et azoïques, relevés et disloqués par l'apparition de quatre massifs de granite porphyroïde. Or l'épanchement de cette roche n'est certainement pas postérieure au terrain silurien (1), de sorte qu'on est fondé à faire remonter l'âge du système cristallophyllien du Gévaudan et des Cévennes à l'*époque azoïque antésilurienne.*

En restituant ici à ces roches leur âge véritable, je ne fais du reste qu'affirmer une fois de plus les idées exprimées d'abord, avec une grande netteté, par les savants auteurs de la *Carte géologique de la France* et adoptées depuis lors par les divers géologues qui ont étudié cette région (2).

M. **Michel-Lévy** remarque combien l'allure du granite porphyroïde indiquée par M. Fabre ressemble à celle qu'il présente en Saxe et en diverses autres régions, le Morvan par exemple.

(1) Gruner, *Bull. Soc. géol.,* 2e sér., t. XXV, p. 837.

(2) E. Dumas, *Carte géol. du dép. du Gard;* Parran, *Essai d'une classification stratigr. des terrains du Gard;* Hébert, *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XVI, p. 906.

Séance du 2 avril 1877.

PRÉSIDENCE DE M. TOURNOUËR.

M. Brocchi, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM. Boitel, Inspecteur général de l'Agriculture, rue Madame, 56, à Paris, présenté par MM. Delesse et Pellat;

Filhol (Henri), rue Cuvier, 16, à Paris, présenté par MM. Gaudry et Sauvage.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

M. Jannettaz fait la communication suivante :

Relations entre la **propagation** *de la* **Chaleur** *et l'***Élasticité sonore** *dans les* **roches** *et dans les* **corps cristallisés,** par M. Ed. **Jannettaz.**

§ 1. Historique.

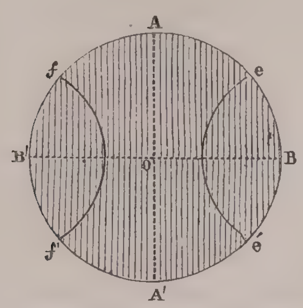
Savart a étudié le premier, au moyen des lignes nodales, les variations de l'élasticité dans les milieux à structure non homogène.

Voici en résumé les expériences du célèbre physicien.

Sur une lame de laiton taillée en disque circulaire, il avait gravé des sillons parallèles, d'une faible profondeur. Il fixait le centre du disque et en ébranlait les bords à l'aide d'un archet. Il répandait sur la face non striée un peu de poudre à écrire. Lorsque le disque rend un son, la poudre se rassemble sur les points qui restent immobiles, pendant que les autres exécutent leurs vibrations; elle y dessine ce qu'on appelle les *lignes nodales*.

En ébranlant les points BB′ (fig. 1), on obtient une courbe $ee'ff'$, qui a la forme de deux branches d'hyperbole dont l'axe réel, BB′, est perpendiculaire aux stries. Or cette ligne est celle de plus petite résistance à la flexion. L'axe imaginaire, AA′, est donc parallèle à la ligne de plus grande élasticité.

Fig. 1.



Si l'on opère sur un disque de bois dont le plan est parallèle à l'axe de la tige, on observe une courbe du même genre, dont l'axe imaginaire est aussi parallèle à la direction d'élasticité maximum, c'est-à-dire aux fibres du bois.

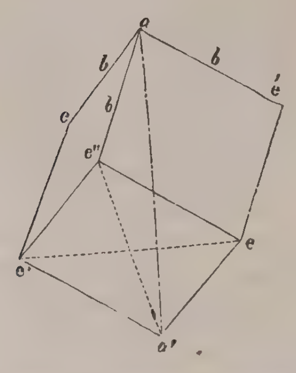
Si, au lieu des points BB', on ébranle l'un des points *e*, *e'*, *f*, *f'*, on obtient deux diamètres rectangulaires entre eux, dont l'un est parallèle et l'autre, par conséquent, perpendiculaire aux fibres.

Dans les corps qui possèdent trois axes d'élasticité inégaux, on peut tailler deux lames contenant chacune deux de ces axes dans leur plan. On obtient, comme précédemment, deux lignes diamétrales rectangulaires ou deux branches d'hyperbole, suivant les points du bord qu'on ébranle. La lame qui rend le son le plus aigu, correspondant au plus grand nombre de vibrations, renferme dans son plan les axes de plus grande et de moyenne élasticité.

Savart a expérimenté sur le cristal de roche, qui présente, comme on sait, six faces en zone verticale, formant le prisme e^2, surmonté à chacune de ses extrémités d'une pyramide à six faces composée du rhomboèdre primitif p et du rhomboèdre inverse de même angle $e^{1/2}$. Des disques taillés parallèlement aux deux faces adjacentes de l'une de ces pyramides rendent des sons qui diffèrent d'environ un ton majeur. On voit se former deux branches d'hyperbole, en ébranlant une extrémité de la direction qui correspond sur une face de la pyramide à la ligne de plus grande pente ou, si l'on préfère, à la projection de l'axe de figure et de principale symétrie sur cette face; l'hyperbole a son axe imaginaire sur cette projection, qui est celle de l'axe d'élasticité maximum de la plaque.

D'après Savart, on observe un triple système d'axes d'élasticité dans le quartz hyalin; chacun d'eux a son axe de plus petite élasticité sur l'arête obtuse ou culminante, ae'' (fig. 2), celui de moyenne élasticité sur la diagonale horizontale, ee', celui d'élasticité plus grande sur la diagonale inclinée ou ligne de plus grande pente, $e''a'$.

Fig. 2.



Dans le calcaire ou spath d'Islande, les axes de plus grande élasticité sont parallèles aux arêtes culminantes ou obtuses, ae'' (même figure), ceux de moyenne aux diagonales horizontales, ee', ceux de plus petite aux diagonales inclinées, $a'e''$ (1).

Dans son cours de 1838-39 (2), le célèbre acousticien résume les expériences précédentes, et il ajoute que si, au lieu d'ébranler un point des bords d'un disque d'une matière quelconque, on en ébranle le centre, on obtient une courbe fermée. Mais, si le disque ne présente pas une élasticité constante dans toutes les directions, si, par exemple, on opère sur un disque de bois parallèle à l'axe de la tige et à la direction générale des fibres, on donne lieu à la production d'une ellipse dont le petit axe indique la direction suivant laquelle la résistance à la flexion est la plus grande.

On peut ébranler le centre du disque, soit en le faisant traverser par une tige et en faisant vibrer cette dernière, soit en fixant deux ou plusieurs points du disque et en faisant passer ensuite un faisceau de fils d'archet au travers d'un trou central qu'on met en vibration par un point de ses bords. C'est ce dernier procédé que Savart me paraît avoir employé dans le cas des disques à élasticité variable.

Angström reprit les expériences de Savart; il opéra particulièrement sur deux espèces minérales du système klinorhombique, le Gypse et le Feldspath orthose. Il adopta aussi pour les disques la forme circulaire, et suivit exactement les mêmes procédés: il dessinait au moyen d'une aiguille les figures acoustiques sur le gypse. Angström, de même que Savart, fixait le centre du disque et en faisait vibrer les bords; il don-

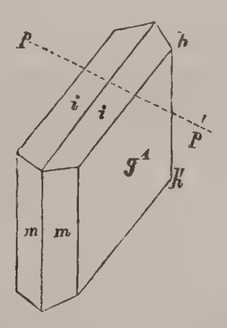
(1) V. Savart, *Ann. de Chimie*, t. XL; 1829.
(2) *L'Institut*, 7e année, p. 382 et s.; 1839.

nait ainsi lieu à la formation d'hyperboles. Puis, inversement, il fixait les bords et ébranlait le centre du disque ; les figures nodales produites de cette dernière façon étaient des courbes fermées.

Savart avait abordé l'étude du gypse; mais il s'en était tenu à l'emploi du premier procédé.

On sait que les cristaux de gypse appartiennent au système du prisme oblique à base rhombe. Ils se clivent dans plusieurs directions. L'une est parallèle au plan de symétrie g^1 des cristallographes français, P de Haüy ; c'est le clivage le plus net et le plus facile. Deux autres plans de clivage coupent le premier à angle droit et sont inclinés l'un sur l'autre de 114° environ ; ce sont les plans p et h^1 des cristallographes français ; la ligne hh' indique l'intersection de h^1 , et la ligne pp' celle de p avec le plan g^1 (fig. 3).

Fig. 3.



On appelle aussi clivage fibreux le plan p (T de Haüy), et clivage vitreux le plan h^1 (M de Haüy), à cause de l'aspect que présentent les faces auxquelles ils donnent lieu.

Enfin, on y connaît une quatrième direction de cassure à peu près plane, à laquelle Haüy donnait le nom de clivage surnuméraire, à peu près parallèle à la petite diagonale de la section parallélogrammique g^1 . Cette direction me paraît plutôt un plan de stratification ou de superposition, qu'un plan de clivage.

Le plan de clivage g^1 et les deux plans p et h^1 sont donc parallèles aux trois faces d'un prisme oblique à base rectangle, dont ils forment les arêtes en se coupant deux à deux. L'intersection de p et de h^1 est perpendiculaire au plan g^1 , déterminé par les deux axes obliques de cristallisation, dont l'un est parallèle à la diagonale inclinée de la base ou trace de la base sur le plan g^1 , et dont l'autre est parallèle à l'arête h ou trace de h^1 sur g^1 .

Savart avait relevé deux systèmes d'hyperboles sur un disque de

gypse à faces parallèles à g^1. L'une des hyperboles avait ses asymptotes parallèles aux deux clivages fibreux et vitreux. L'axe réel de l'autre hyperbole était parallèle au clivage fibreux (notre face p). Pour Angström, cet axe a en effet cette direction, à 1° 1/3 près. L'axe réel du second système est à 60° du précédent.

En perçant un disque de gypse d'un trou central dont il faisait vibrer les bords au moyen de fils d'archet, Angström a vu se produire des courbes fermées, ayant l'aspect d'ellipses, mais dont les contours se maintenaient toujours en dehors de ceux d'ellipses véritables menées avec les deux diamètres dont les longueurs différaient le plus. Pour la courbe principale, le plus petit axe de figure, correspondant au plus grand axe d'élasticité du gypse, faisait 53° 40′ avec le clivage vitreux (face p) et 12° 20′ avec le clivage vitreux (face h^1).

En réduisant les disques à une épaisseur de $0^{mm}4$, Angström a pu observer un système de courbes d'un ordre plus élevé, qui se compose à la fois d'une ellipse et d'une hyperbole. L'ellipse a son petit axe à 48° 20′ du clivage fibreux.

De cette position variable des axes des ellipses qui se manifestent en même temps que des sons d'inégales hauteurs, Angström a conclu qu'à des sons de hauteurs différentes correspondent des axes différents d'élasticité : il y aurait donc dans les cristaux appartenant aux systèmes obliques, une dissémination des axes d'élasticité sonore, analogue à celle des axes d'élasticité optique.

Angström a opéré aussi sur le Feldspath orthose. Il a fait vibrer un disque de cette matière parallèle au plan g^1, en ébranlant un point de ses bords; il a obtenu deux systèmes d'hyperboles : le premier se réduisait à peu près à deux droites rectangulaires, dont l'une était presque parallèle à l'arête h du cristal.

On savait que le clivage fibreux du gypse fait des angles de 14° avec la ligne moyenne des axes optiques, de 12° avec le plus petit axe de dilatation par la chaleur, de 50° avec l'axe de plus grande propagation thermique, de 62° avec le plus petit pouvoir conducteur de l'électricité; enfin, d'après le mémoire d'Angström, le même clivage serait incliné de 50° sur le plus grand axe d'élasticité acoustique.

Il suit de là que ces axes, au point de vue de leur direction, se grouperaient en deux classes, qui ne laissent pas d'intermédiaires entre elles. Les phénomènes d'élasticité optique et ceux de dilatation par la chaleur se rattachent au premier groupe. Le second embrasse les phénomènes acoustiques et ceux de propagation de la chaleur.

Je me suis trouvé entraîné à répéter ces expériences, par cette relation que j'ai découverte entre l'ordre de plus grande facilité des clivages et celui de la propagation plus facile de la chaleur. Car ce sont

des vérités évidentes et reconnues qu'une séparation plus facile dans une direction indique une cohésion plus faible entre les éléments matériels disposés à droite et à gauche de cette direction, et qu'en outre l'élasticité doit aussi être en relation avec la cohésion.

Angstrōm avait déjà remarqué, comme on vient de le voir, que les axes d'élasticité sonore sont peu éloignés de ceux de la propagation de la chaleur, dans le gypse et dans l'orthose.

§ 2. Expériences.

Mes recherches m'ont amené d'abord à regarder ce fait comme général et, de plus, à dissiper l'indécision qui résultait des expériences antérieures.

I. Cuivre. Savart employait un disque circulaire, percé d'un trou central et marqué de stries peu profondes. C'est l'expérience qu'il a regardée comme fondamentale, et dont il a tiré toutes ses conclusions. Je l'ai répétée et j'ai obtenu, comme Savart, une seule courbe, de forme elliptique, allongée perpendiculairement aux stries, et un son unique ne variant pas avec la position des points rendus fixes.

Mais, au lieu de me borner à cette expérience, j'ai opéré sur un autre disque, de 83^{mm} de diamètre, de 0^{mm}65 d'épaisseur, en y faisant graver cette fois, non plus un seul, mais deux systèmes de stries, rectangulaires entre elles, de 0^{mm}5 de profondeur, et distantes les unes des autres de 1^{mm} dans le premier système, de 2^{mm} dans le second.

En fixant deux points sur la strie du premier système qui passe par le centre, direction de la plus grande élasticité, chacun de ces points fixes étant sur le milieu du rayon du disque, j'ai vu apparaître deux lignes nodales : l'une voisine du bord et ondulée, l'autre elliptique, dont le grand axe, borné à ses deux extrémités par les deux points fixes, était au petit dans le rapport 1,8. Le son qui s'est fait entendre était le second *do dièze* au-dessus du *la* normal.

En fixant deux points situés aussi au milieu des deux rayons qui formaient ensemble un diamètre du cercle, mais sur une direction parallèle à celle de la plus petite élasticité, celle des stries espacées de deux millimètres, j'ai vu se produire les mêmes courbes ; mais la courbe elliptique avait ses axes placés en sens inverse de ceux de l'ellipse qui s'était manifestée dans le cas précédent. Le son rendu était le second *mi* au-dessus du *la* normal.

On ne peut assimiler les masses cristallines au disque de Savart, strié dans une seule direction. Un disque où l'on a creusé plusieurs systèmes de stries s'en rapproche évidemment davantage. On vient de

voir que le son est plus aigu lorsque les points rendus fixes se trouvent sur la direction de plus petite élasticité, que dans le cas contraire, en comparant, bien entendu, les sons correspondants aux mêmes systèmes de courbes. Savart, qui n'avait opéré que sur un disque strié dans une seule direction, n'avait pas connaissance de ces deux sortes de sons. Angström a bien observé des sons de différentes hauteurs dans les cristaux ; mais il n'en a pas compris la cause.

J'ai fixé les milieux des rayons du disque, et non leurs extrémités situées sur la circonférence, parce que le peu d'épaisseur de ce disque l'empêchait de résonner dans cette dernière condition, et que j'avais été obligé, d'un autre côté, de l'amincir, pour rendre sensible l'influence du striage sur les sons qu'il pouvait rendre.

II. Ardoise de Deville *(Ardennes)*. Je dois à l'obligeance de M. Nivoit, Ingénieur des mines à Mézières, un morceau de phyllade détaché d'une masse qui présentait nettement le *clivage* ordinaire, c'est-à-dire une divisibilité facile suivant des plans bien parallèles entre eux et à la schistosité visible, et en même temps une séparation assez facile également, appelée *longrain*, suivant une direction plane, perpendiculaire au clivage précédent. J'ai fait tailler dans cet échantillon un disque de $11^{cm}4$ de diamètre, à faces parallèles aux plans de clivage. J'ai percé ce disque d'un trou; je l'ai fait vibrer, en ébranlant un point des bords du trou central. J'ai fixé d'abord deux extrémités d'un diamètre parallèle au longrain ; le son rendu pendant les vibrations du disque était le *ré dièze;* j'ai obtenu en même temps pour figure nodale une ellipse dont le grand axe, parallèle au longrain, était au petit dans le rapport de 1,86 à 1.

J'ai fixé ensuite deux extrémités d'un diamètre incliné à 45° sur le précédent. La figure acoustique était une ellipse identique avec la précédente, mais le grand axe en était parallèle au diamètre dont les extrémités étaient rendues immobiles, et le son était intermédiaire entre le *ré dièze* et le *mi*.

En fixant les extrémités du diamètre perpendiculaire au longrain, j'ai fait naître une autre courbe nodale, et cette courbe était aussi une ellipse, dont le grand axe, perpendiculaire au longrain, était au petit dans le rapport de 1,83 à 1. Le son rendu était intermédiaire entre le *mi* et le *fa*.

Ainsi, de la position parallèle au longrain à la position perpendiculaire, le son a monté d'un peu plus d'un ton mineur. Donc, dans l'ardoise :

1° On obtient non pas une seule courbe fermée, à petit axe parallèle à la direction de plus grande élasticité, comme on aurait pu le conjecturer d'après les expériences de Savart et d'Angström , mais

plusieurs courbes qui ne diffèrent pas sensiblement les unes des autres;

2° L'orientation des axes de ces courbes dépend surtout de celle de la droite qui réunit les points fixés;

Mais 3° le son monte de plus en plus à mesure que le diamètre à extrémités rendues fixes s'éloigne de la direction de plus grande élasticité.

J'ai aussi produit une courbe isothermique sur le plan de schistosité de ce disque; c'était une ellipse, dont le grand axe était parallèle au longrain, et dans laquelle le rapport des axes était de 1,065.

En résumé, dans l'ardoise, sur le plan de clivage :

1° Propagation plus facile de la chaleur, élasticité plus grande, clivage plus facile, parallèlement que perpendiculairement au *longrain;*

2° Dans le cas où l'on ébranle un disque par un trou central, le son est plus élevé lorsqu'on fixe deux extrémités d'un diamètre perpendiculaire au longrain, que lorsqu'on fixe les deux extrémités du diamètre parallèle.

III. Quartz hyalin. D'après Savart, il y a dans les cristaux de quartz trois axes de plus grande élasticité, parallèles aux trois diagonales inclinées, $e'' a'$, du rhomboèdre primitif (fig. 2), et trois axes de plus petite élasticité, parallèles aux arêtes obtuses du même rhomboèdre (arêtes culminantes, notées b par les cristallographes). L'axe de figure qui réunit les sommets des pyramides terminales fait un angle de 57° 11′ avec les arêtes obtuses, et un angle de 37° 47′ avec les diagonales inclinées. Il est donc à une plus petite distance angulaire de ces diagonales que des arêtes. Il suit de là que *l'élasticité doit être plus grande suivant l'axe principal que sur la base des cristaux.* La base, ou plan a^1 des cristallographes, est perpendiculaire, comme on sait, à l'axe principal.

J'ai fait vibrer deux disques de quartz par l'ébranlement du contour d'un trou central.

Ces deux disques, notés I et II dans le tableau ci-contre (p. 418), étaient tous deux parallèles à l'axe et à une face latérale du prisme. Le disque II avait 8cm278 de diamètre et 0cm098 d'épaisseur; le disque I un diamètre de 6cm et une épaisseur de 0cm137.

Dans le quartz on observe des clivages assez nets, quoique difficiles, parallèlement aux faces du rhomboèdre primitif; *la chaleur s'y propage le plus facilement suivant l'axe principal,* dont le coefficient d'élasticité est supérieur au moins à celui des directions perpendiculaires à cet axe, d'après les expériences mêmes de Savart; et, de plus, d'après mes expériences, le son monte de plus en plus à mesure que la direction à extrémités rendues fixes s'éloigne de l'axe principal.

Angle de l'axe principal et de la droite qui joint les points fixes.	I		II	
	Rapport des axes des figures acoustiques.	*Sons correspondants.*	*Rapport des axes des figures acoustiques.*	*Sons correspondants.*
0°	1.35	3e sol au-dessus du la normal.	1.351	2e do dièze au-dessus du la normal.
45°	—	—	—	2e ré, un peu au-dessous.
90°	1.353	3e sol dièze ou la bémol.	1.353	2e ré dièze, un peu au dessous.

IV. Calcaire. Ici, d'après Savart, les axes de plus petite élasticité sont parallèles aux arêtes obtuses ou culminantes, *b*, du rhomboèdre de clivage, qui font un angle de 63° 45′ avec l'axe principal du cristal. Les axes de plus petite élasticité sont les diagonales inclinées, *e*″ *a*′, dont l'angle avec l'axe principal (45° 23′ 23″) est à peu près égal à l'angle complémentaire (44° 36′ 37″) qu'elles font avec la base (plan a^1). Donc l'élasticité serait plus petite, mais de très-peu, suivant la base que suivant l'axe, en ne tenant compte que des projections de l'élasticité des diagonales inclinées; plus grande, au contraire, suivant la base, en tenant compte de l'élasticité des diagonales obtuses. Celles-ci sont beaucoup plus rapprochées de la base que les arêtes; mais c'est un fait bien remarquable que l'élasticité atteigne ses valeurs minima dans le calcaire parallèlement aux diagonales inclinées, c'est-à-dire aux plans de clivage. D'après les expériences de Savart et les miennes, je me crois autorisé à conclure que l'élasticité est généralement la plus grande suivant les plans du clivage le plus facile. Cela résulte aussi de la théorie mathématique de l'élasticité.

Il est curieux surtout de rapprocher de cette anomalie offerte par le calcaire celle qu'il présente également vis-à-vis de la chaleur, qui fait contracter ses cristaux dans les directions perpendiculaires à l'axe (Mittscherlich, M. Fizeau), et qui se propage plus facilement suivant l'axe que suivant la base, malgré la position des plans de clivage, comme je l'ai fait remarquer dans mon premier mémoire (1).

On peut en rapprocher encore cette singulière propriété des cristaux de se laisser beaucoup plus facilement rayer suivant les diagonales

(1) *Sur la propagation de la chaleur dans les corps cristallisés, Annales de Chimie et de Physique*, 4e sér., t. XXIX, p. 5; 1873.

inclinées, lorsqu'on en remonte la pente, que lorsqu'on la descend (Huyghens).

V. Gypse. Plusieurs difficultés se sont élevées devant moi. Savart et Angström ne sont pas d'accord sur la position des axes d'élasticité qu'on trouve en faisant vibrer des disques de gypse par les bords, après en avoir fixé le centre.

J'avais pour me guider les courbes qu'on obtient en exerçant une légère pression sur une lame de gypse parallèle au plan de symétrie, obtenue par clivage. La facilité du clivage détache l'un de l'autre deux feuillets de cette lame, dans toute une région dont les bords colorés de teintes irisées manifestent l'inégalité de cohésion autour du point pressé. Les courbes concentriques ainsi colorées sont des ellipses, dont le grand axe, parallèle à celui de plus facile propagation de la chaleur sur le plan g^1, est à 17° du clivage vitreux du gypse (1). Elles mesurent la résistance à la flexion et, par suite, l'élasticité, dans les différentes directions.

Or, le grand axe de l'ellipse principale qu'avait obtenue Angström en faisant vibrer un disque circulaire par le centre, était situé à environ 13° du clivage vitreux (à 53° du clivage fibreux).

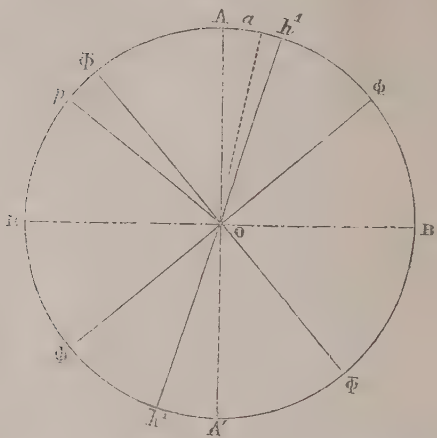
Je me suis demandé à quoi tenait cette divergence entre la position des axes observée par Angström à l'aide des courbes nodales, et celle que j'ai obtenue au moyen d'anneaux colorés elliptiques, que je viens de rappeler et qui me paraît beaucoup plus certaine. J'ai pensé que la forme du disque devait déterminer des perturbations dans la position des axes des courbes nodales.

Angström, en effet, de même que Savart, a opéré sur des disques circulaires; *la forme de cercles n'est évidemment pas celle qu'il faut donner à des matières où l'élasticité n'est pas la même dans tous les sens autour d'un même point.* J'ai donc donné aux contours de mes disques la forme d'ellipses, en faisant varier la direction et les longueurs relatives de leurs axes.

1° Ébranlement par les bords. *Disques circulaires.* En ébranlant au moyen de l'archet une des extrémités du diamètre BB′ (fig. 4), perpendiculaire au grand axe des anneaux colorés elliptiques, j'ai vu se former sur le disque deux branches d'hyperbole, ayant ce diamètre pour axe réel et le diamètre AA′ pour axe imaginaire. En ébranlant l'un des quatre points Φ, on a deux branches d'hyperbole presque rectilignes, obliques l'une sur l'autre; l'une de ces branches coïncide avec le diamètre BB′; l'autre, O a, se trouve à environ 7° du clivage vitreux, O h^1, à 10° du diamètre AA′.

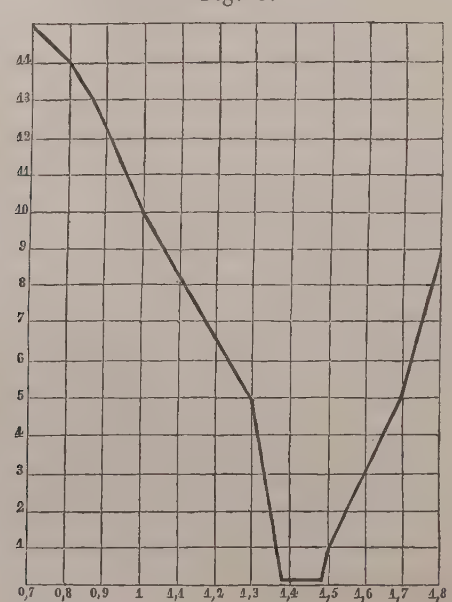
(1) *Op. cit.*, p. 69.

Fig. 4.



Disques elliptiques. Leurs axes étaient l'un parallèle et l'autre perpendiculaire à OA. Appelons α l'angle formé par le rayon OA, parallèle au grand axe des anneaux colorés elliptiques, et par l'asymptote Oa. Soit maintenant deux lignes rectangulaires entre elles, représentant l'une la variation du rapport des axes de figure des disques, l'autre la variation de l'angle α exprimée en degrés (fig. 5).

Fig. 5.



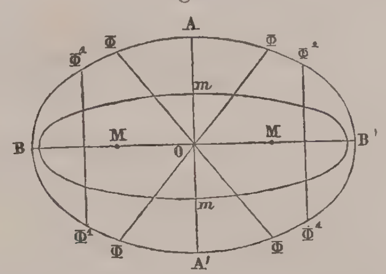
La ligne brisée figurative de la variation de α met en évidence que la valeur de α diminue depuis le rapport des axes 0,7 jusqu'au rapport 1,4; que α s'annule pour une valeur de ce rapport voisine de 1,44; qu'à cette limite on rencontre un point de rebroussement, et qu'ensuite l'asymptote s'éloigne de plus en plus de OA.

Dans le rapport des axes de figure des disques, j'ai toujours pris pour unité celui qui est parallèle à la direction OA.

Quand les axes du contour elliptique du disque sont voisins du rapport 1,44, ils coïncident avec les deux branches d'hyperbole, devenues rectilignes et rectangulaires entre elles.

Si l'on opère sur un disque dont les axes présentent à peu près ce rapport limite de longueur entre eux, mais des orientations différentes de celles qui précèdent (OA et OB), les deux asymptotes deviennent parallèles l'une au grand axe du disque et l'autre à la direction OA. L'angle des asymptotes était dans mon expérience de 100° 1/2. Ainsi, la direction limite OA me paraît bien être celle d'un des axes d'élasticité situés dans le plan g^1 du gypse.

Fig. 6.



Sur un disque (fig. 6) dont le grand axe de figure avait $8^{cm}1$ et le petit $5^{cm}58$ (le rapport des axes étant par conséquent 1,45), j'ai noté les différents sons qui accompagnent les différentes courbes nodales. En ébranlant un point voisin de A ou de B, j'ai vu la poudre se rassembler sur deux diamètres ΦΦ, inclinés à 37° 1/2 à droite et à gauche de OA, et sur deux droites Φ^1 Φ^1, parallèles à OA, qui coupent OB et OB' au 1/4 à partir du bord; le son était un peu plus élevé que le *mi* de la 2ᵉ octave au-dessus du *la* normal.

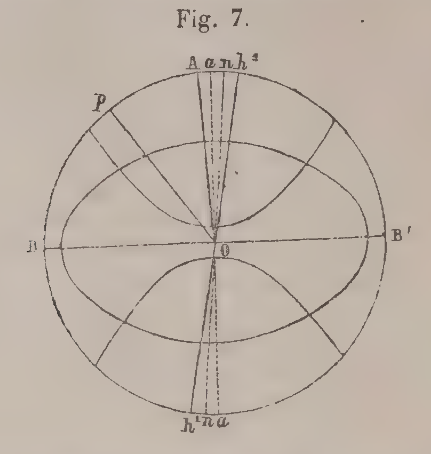
En ébranlant B, on a le même son.

Aussitôt qu'on ébranle Φ, extrémité d'une des droites diamétrales précédentes, le sable vient se placer sur les deux axes du disque, AA' et BB'; le son qui se fait entendre est plus élevé de 1/12 que le *si* immédiatement supérieur au *la* normal.

La différence des deux sons est 5/2; mais la division de la plaque est plus complexe pour le premier que pour le second.

2° **Ébranlement par le centre.** *Disques circulaires.* J'ai rendu fixes d'abord les deux extrémités, B et B′, du diamètre perpendiculaire au grand axe, OA, des anneaux colorés ; le sable a dessiné (fig.

Fig. 7.



7) sur les plaques une courbe fermée, dont le grand axe était à peu près égal au diamètre du cercle, et le petit aux deux tiers de ce diamètre ; le rapport des axes (moyenne de neuf mesures) était exactement 1,509.

Les deux axes de cette courbe ne paraissent pas en général exactement rectangulaires ; *ils le sont cependant lorsque la droite qui réunit les points fixés B et B′ est bien perpendiculaire à OA.*

Au lieu d'une courbe simple, on peut obtenir aussi des systèmes plus complexes. Le plus intéressant est composé d'une courbe fermée intérieure, dont les axes ont pour rapport 2,29, et de deux portions de courbe qui proviennent sans doute d'une ellipse interrompue. Le son qui accompagne ce système de figures est à l'octave de celui qui se produit en même temps que la courbe unique caractérisée par le rapport 1,5 de ses axes.

En fixant les deux points A, c'est-à-dire les extrémités de la direction parallèle au grand axe des anneaux elliptiques colorés, j'ai obtenu constamment une courbe fermée, qui m'a paru avoir véritablement la forme elliptique (fig. 8), tandis que la précédente était un peu aplatie aux extrémités de son petit axe. Les axes sont entre eux dans le rapport 1,493 (moyenne de cinq mesures).

Le son rendu quand on fixe le point A étant pris pour terme de comparaison, celui qui se produit quand on fixe le point B est plus élevé de 2 tons en moyenne. Les nombres de vibrations sont entre eux dans le rapport 1,25 à 1.

Tableau synoptique des sons et des figures acoustiques obtenus dans les disques de gypse.

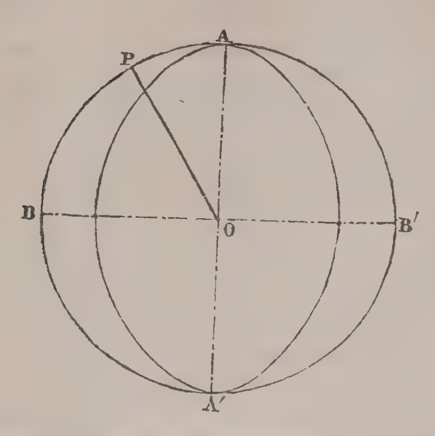
1° Plaques circulaires.

Diamètre (en centièmes de millimètre).	Épaisseur.	Poids.	Points fixés *B, B'* (fig. 7) — Courbe simple — Longueur et rapport des axes.	Points fixés *B, B'* (fig. 7) — Courbe simple — Note.	Points fixés *B, B'* (fig. 7) — Courbe complexe à l'octave — Longueur et rapport des axes.	Points fixés *A, A'* (fig. 8) — Longueur et rapport des axes.	Points fixés *A, A'* (fig. 8) — Note.	Rapport des sons de la 5e et de la 8e colonne.
4942	$0^{mm}37$	1 gr. 63	$\frac{4504}{2825} = 1.594$	$ré_3$ dièze, un peu plus bas de 1/32	non dessinée	$\frac{4650}{3155} = 1.474$	si_2	1.25
6060	$0^{mm}33$	2 gr. 439	$\frac{5700}{3390} = 1.681$	sol_2 dièze	id.	1.49	$ré_3$ dièze, un peu au-dessus	1.33
5000	$0^{mm}38$	1 gr. 756	$\frac{4500}{2860} = 1.573$	$ré_3$ dièze	$\frac{3900}{1630} = 2.393$	$\frac{4550}{2970} = 1.532$	do_3	1.172
5720	$0^{mm}36$	2 gr. 35	$\frac{5300}{3360} = 1.577$	do_3	$\frac{3765}{1670} = 2.254$	$\frac{5260}{3550} = 1.481$	sol_2 dièze	1.28
5650	$0^{mm}458$		$\frac{4850}{3190} = 1.52$	do_3, 1/16 de ton au-dessus	$\frac{3815}{1700} = 2.241$			1.25
3640	$0^{mm}96$	2 gr. 289	$\frac{3628}{2440} = 1.487$	sol_4 dièze		$\frac{3635}{2440} = 1.489$	mi_4	
4700	$0^{mm}562$		$\frac{4520}{3210} = 1.408$	fa_3, un peu au-dessous				
6200	$0^{mm}55$		$\frac{6130}{4510} = 1.359$	la_3 dièze				
4510			$\frac{3950}{2850} = 1.386$	si bémol				
6860	$0^{mm}46$	3 gr. 6		1/4 de ton au-dessus de la_2				
5845	$0^{mm}561$	3 gr. 654		fa_3 dièze			$ré_3$	1.23
5705	$0^{mm}559$	3 gr. 616		la_3			mi_3	1.29
4930	$0^{mm}51$	2 gr. 192		la_3, un peu au-dessous			fa_3	1.25

2° Plaques elliptiques.

Longueur et rapport des axes de figure de la plaque.	Épaisseur.		Points fixés *B, B'* (fig. 6) — Courbe simple — Longueur et rapport des axes.	Points fixés *B, B'* (fig. 6) — Courbe simple — Note.	Rapport des axes de la courbe nodale à ceux de la plaque.	Point fixé *M*, milieu du grand axe de la plaque sur l'axe horizontal — Longueur et rapport des axes.	Point fixé *M* — Note.	
8.265 : 5.075 = 1.628	$0^{mm}56$		7.7 : 2.9 = 2.655	sol_3 dièze, un peu au-dessous	2.655 : 1.628 = 1.63	4 : 3.88 = 1.03	sol_3 dièze	
8.45 : 5.7 = 1.482	$0^{mm}5$		6.8 : 3.52 = 1.93	$ré_3$	1.93 : 1.482 = 1.3			
6.87 : 4.7 = 1.462	$0^{mm}64$		5.915 : 2.79 = 2.12	do_4	2.12 : 1.462 = 1.45			
6.175 : 4.325 = 1.427	$0^{mm}376$		5.45 : 2.45 = 2.224	sol_3	2.224 : 1.427 = 1.56			
7.38 : 5.265 = 1.402	$0^{mm}43$		6.25 : 2.95 = 2.12	do_3	2.12 : 1.402 = 1.51			
6.3 : 4.5 = 1.4	$0^{mm}4$		5.325 : 2.5 = 2.13	entre la_3 et sol_3 dièze	2.13 : 1.4 = 1.52			
6.15 : 4.52 = 1.36	$0^{mm}416$		5.15 : 2.62 = 1.96	do_4 (sol_3 dièze plus en dedans)	1.96 : 1.36 = 1 44			
7.4 : 5.6 = 1.321	$0^{mm}533$			do_3 dièze				
7.3 : 5.75 = 1.27	$0^{mm}588$		6.7 : 3.3 = 2.03	do_3 dièze	2.03 : 1.27 = 1.6			

Fig. 8.



Disques elliptiques. J'ai d'abord expérimenté sur un disque dont les axes de figure étaient obliques sur la direction OA, le rapport de ces axes étant 1,46. La courbe, fermée, irrégulière, s'aplatit parallèlement à OB. Des deux droites qui joignent les quatre points d'inflexion, l'une est parallèle au grand axe de figure, l'autre à la direction OA, oblique par conséquent au petit axe de figure du disque.

Sur des plaques elliptiques dont les axes ont entre eux des rapports variables d'un disque à l'autre, et sont, l'un parallèle, l'autre perpendiculaire à OA, les figures acoustiques sont des ellipses, dont les axes sont entre eux dans un rapport naturellement plus fort que lorsqu'il s'agit des disques circulaires (en général voisin de 2) (fig. 6). Le rapport des axes de la courbe nodale est, en moyenne, à celui des axes de figure du disque comme 1,5 est à 1 (Voir le tableau synoptique joint à cette note).

Ces plaques avaient toutes leur plus grand axe parallèle à OA, à l'exception d'une seule. Sur celle-ci le rapport des axes de l'ellipse nodale n'a pas changé; en comparant ce rapport des axes de la courbe acoustique à celui des axes de figure, j'ai trouvé qu'ils étaient entre eux :: 1,497 : 1.

Résumé. Ces figures fermées paraissent surtout tenir à des divisions analogues à celles que présentent les plaques homogènes vibrantes. Ce n'est donc pas seulement la position ou les rapports de leurs axes qu'il faut interroger, comme l'ont fait Savart et Angström, pour étudier la variation de l'élasticité sur les plaques où on les développe.

Ce qui me paraît fournir des renseignements beaucoup plus nets et plus précis, c'est le son qui se produit quand on ébranle tel ou tel

point de la plaque. Comme on a pu le voir, dans le gypse, de même que dans le cuivre strié, l'ardoise, le quartz, le son rendu par une plaque dont on ébranle le centre, est toujours plus grave quand on fixe les extrémités du diamètre parallèle à un axe de plus grande élasticité; le son monte à mesure que le point fixé se rapproche d'une des extrémités du diamètre perpendiculaire. Enfin, en rendant fixes les extrémités des diamètres parallèles aux axes de la courbe isothermique, on donne lieu à la formation de lignes nodales plus elliptiques et plus régulières, qu'en fixant des points situés à droite ou à gauche de ces directions.

VI. Feldspath adulaire. *Disque circulaire* parallèle à la base p. Les deux axes d'élasticité sur cette base sont l'un parallèle et l'autre perpendiculaire à son intersection avec le plan de symétrie (plan g^1), qui est un plan de clivage facile. L'axe d'élasticité maximum semblerait devoir être parallèle à cette intersection (pg^1). Lorsqu'on ébranle un disque circulaire par le centre, on observe les faits suivants.

Appelons α l'angle de la droite qui joint les deux points maintenus fixes et de l'intersection pg^1, nous aurons :

Angle α.	*Note correspondante.*
0°	3ᵉ *sol* dièze au-dessus du *la* normal (un peu au-dessus).
45°....	3ᵉ *ré* dièze.
90°	3ᵉ *do* dièze.

Jusqu'ici le son rendu par une plaque était plus grave quand on fixait les extrémités d'un diamètre parallèle à un axe de plus grande élasticité; or, dans l'orthose, c'est en fixant les deux extrémités du diamètre perpendiculaire à l'intersection pg^1, qu'on développe le son le plus grave; je crois pouvoir déduire de ce fait, que l'élasticité est plus grande perpendiculairement que parallèlement à la trace du plan de clivage g^1 sur la base p. C'est contraire, il est vrai, aux relations qu'on admet *à priori* entre les directions de clivage plus facile et de plus grande élasticité; mais *c'est parfaitement d'accord avec la position du grand axe de propagation de la chaleur.*

§ 3. Conclusions.

Dans le bois, l'ardoise, le cristal de roche, le gypse, matières qui ne se ressemblent, ni au point de vue de leur composition, ni à celui de la cause qui préside à l'arrangement symétrique de leurs particules élémentaires, il y a coïncidence parfaite entre les directions de plus faible cohésion normale, de plus grande résistance à la flexion, de plus grande élasticité, de plus facile propagation de la chaleur.

Dans le Feldspath orthose, Angström a trouvé une coïncidence

presque complète sur le plan de symétrie g^1 entre la direction où se propage le mieux la chaleur, et l'axe de plus grande élasticité. D'après mes expériences, sur la base des cristaux d'Adulaire, variété hyaline de l'orthose, il y a superposition de la direction d'élasticité maximum et de celle de plus grande conductibilité thermique.

Lorsque j'ai formulé cette règle que la chaleur se propage plus facilement dans les directions parallèles que dans la direction perpendiculaire aux plans de clivage des cristaux ou aux surfaces de schistosité des roches, j'avais reconnu *deux* exceptions bien nettes : l'une pour le *calcaire*, l'autre pour l'*orthose* (pour celui-ci, dans le plan p).

Or, précisément, le clivage g^1 de l'orthose, perpendiculaire et non pas parallèle au grand axe de propagation de la chaleur, est aussi en désaccord avec la position que les sons rendus par la plaque parallèle à la base me paraissent assigner aux axes d'élasticité sur cette base. En sorte que, si le clivage fait exception à ma règle, l'élasticité ne se comporte pas de même, et sur la face p de l'orthose, comme dans les autres cas complétement étudiés, l'élasticité est plus grande suivant le plus grand que suivant le plus petit axe de l'ellipsoïde des conductibilités thermiques.

Quant au calcaire, en exposant mes recherches sur cette matière, j'ai montré combien sa structure était anomale. J'ai entrepris des études spéciales à ce sujet, et j'espère pouvoir en rendre bientôt compte.

J'appellerai ensuite l'attention sur les changements que la forme du contour des plaques vibrantes de gypse apporte à l'orientation des axes de leurs figures acoustiques.

Il est aussi fort intéressant, au point de vue géologique, de voir que la chaleur peut révéler dans les roches, non plus seulement la position de leurs plans de clivage, mais encore celle de leurs directions de plus grande élasticité.

En dernière analyse, si les lignes nodales peuvent être utilisées pour la recherche de l'orientation des axes d'élasticité, les sons qui les accompagnent font surtout connaître la grandeur relative de ces axes. *La direction d'élasticité maximum sur un disque dont on ébranle le centre, est généralement* : 1° *perpendiculaire au diamètre dont il faut fixer les extrémités pour faire rendre au disque le son le plus aigu;* 2° *parallèle à la direction de plus facile propagation de la chaleur.*

Dans le quartz, en admettant les trois systèmes de Savart, je dirais : *La plus grande projection des maxima d'élasticité sur les axes de la courbe isothermique est parallèle au plus grand axe de cette courbe.*

Par conséquent, l'étude des courbes de conductibilité pour la cha-

leur, qui sont toujours faciles à obtenir, sera d'un grand secours pour celle des axes d'élasticité.

En terminant, je remercie M. Burckhardt, facteur de pianos, et son neveu, du concours qu'ils ont bien voulu me prêter pour la détermination des sons.

Le secrétaire analyse la note suivante :

Sur les **Sables** *blancs et les* **Marnes** *lacustres de* **Rilly-la-Montagne,**

par M. A. **Eck.**

Dans un travail que nous fîmes en commun, MM. le docteur Lemoine, Aumonier et moi, sur la montagne de Reims, pendant les années 1868 et 1869, nous fûmes conduits à considérer les Sables blancs de Rilly-la-Montagne comme occupant la partie supérieure des Sables de Bracheux ou de Châlons-sur-Vesle.

Nous allons exposer les principales coupes qui nous amenèrent à cette conclusion :

1° *Coupe prise à Ludes près de la tuilerie.*

1. Meulières de Brie, bien développées.
2. Calcaire de Ludes.
3. Calcaire de Saint-Ouen.
4. Sables de Cuise: sables siliceux, micacés, fins, un peu glauconieux ; — argileux à leur partie supérieure.
5. Argiles à lignites.
6. Marnes lacustres supérieures, sans fossiles.
7. Argiles gris-ardoise, lignitifères.
8. Marnes lacustres inférieures, blanchâtres, concrétionnées.
9. Craie durcie, tubuleuse, jaunâtre.
10. Craie blanche, tendre.

Les Marnes lacustres reposent ici directement sur la Craie durcie, tandis qu'à Verzenay, à quelque distance à l'est, cette même Craie est recouverte immédiatement par les Argiles à lignites.

Notons le petit banc d'argile qui sépare les deux zones des Marnes lacustres; nous verrons un peu plus loin quelle est son importance.

2° *Coupe prise à Rilly-la-Montagne.*



1. Meulières de Brie.
2. Calcaire de Ludes.
3. Calcaire de Saint-Ouen.
4. Caillasses : calcaires et argiles.
5. Sables de Cuise, sans fossiles.
6. Argiles à lignites, bien développées, avec nombreux fossiles, comme à la cendrière des Voisillons, située un peu à l'ouest.
7. Marnes lacustres supérieures, sans fossiles.
8. Argile plastique, gris-bleue, lignitifère.
9. Marnes lacustres inférieures, avec fossiles appartenant à la faune de Rilly *(Paludina, Physa, Helix, Pupa,* etc.).
10. Sables de Rilly, blancs, sans fossiles, avec :
10'. Lit de cailloux roulés à la base.
11. Craie durcie, tubuleuse.
12. Craie blanche, tendre.

Le banc d'argile plastique 8 renferme quelques rognons d'un calcaire noirâtre, dur, sec, cassant, à odeur de bitume, contenant de petites Physes et des grains de *Chara*.

C'est à Rilly que commence l'affleurement des Sables de Châlons-sur-Vesle, qui sont interposés entre les Marnes lacustres et la Craie. On peut les suivre sans discontinuité jusque de l'autre côté de la Vesle.

Cette coupe nous montre les Marnes lacustres séparées par un banc d'argile plastique et lignitifère, en deux zones bien distinctes :

Une zone inférieure fossilifère : *Paludina aspersa, Physa gigantea, Helix hemisphœrica*, etc.;

Et une zone supérieure sans fossiles, qui est la plus répandue.

Ce banc d'argile plastique est déjà ici mieux développé qu'à Ludes; nous allons voir par les coupes suivantes, qu'il n'est pas accidentel, mais qu'il forme un lit régulier et continu, visible sur un très-grand nombre de points.

3° *Coupe prise à Montchenot.*

1. Meulières de Brie.
2. Calcaire de Ludes.
3. Calcaire de Saint-Ouen.
4. Caillasses.
5. Sables de Cuise, glauconieux.
6. Argile plastique, lignitifère, visible par places.
7. Marnes lacustres, en partie recouvertes, mais néanmoins reconnaissables.
8. Sables siliceux, fins, réguliers, sans consistance, avec assez nombreux fossiles de Châlons-sur-Vesle.
9. Craie blanche.

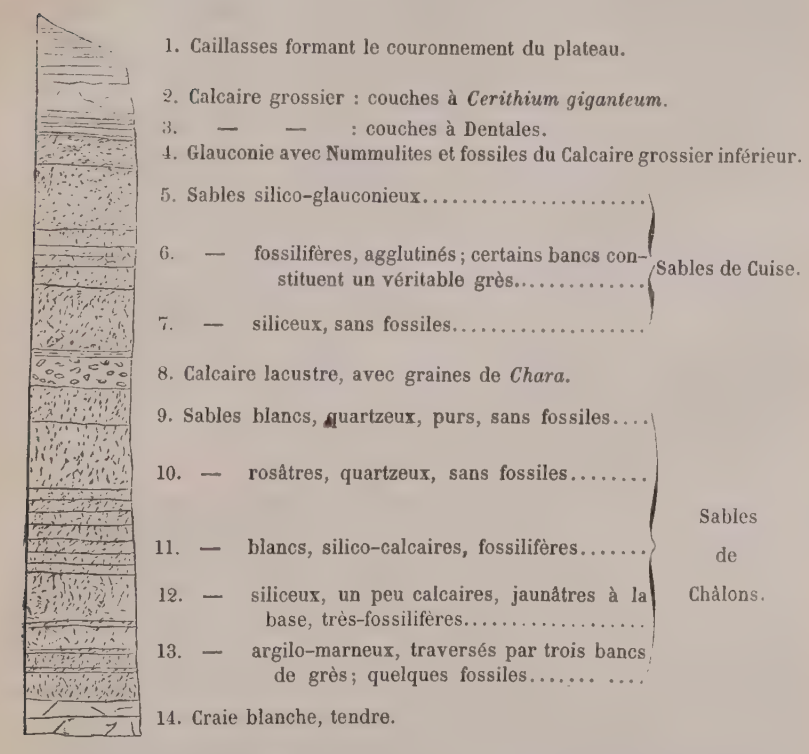
Nous ne ferons que mentionner Chamery, Ecueil, Ville-Domange, Jouy, etc., localités où l'on trouve la répétition des coupes que nous venons de donner; toutefois, les couches du Calcaire grossier à *Cerithium giganteum,* qui manquent dans les autres endroits, y forment un dépôt riche en beaux fossiles. Quant au Calcaire de Ludes, il ne s'étend pas au-delà de Montchenot.

4° *Jonchery.*

Tout près de la gare on peut voir les couches les plus inférieures des Sables de Châlons-sur-Vesle; elles se composent de trois bancs de sables argilo-marneux, compactes, séparés par trois bancs de grès grisâtre, dur, assez résistant, avec débris végétaux et nombreux *Teredo.* Au-dessus viennent des couches silico-calcaires, avec beaucoup de fossiles bien conservés.

En se dirigeant sur le plateau, on reconnaît les Marnes lacustres, les Argiles à lignites, les Sables de Cuise, plusieurs étages du Calcaire grossier, le Calcaire de Saint-Ouen et enfin les Meulières.

5° *Coupe prise à Prouilly, sur la rive droite de la Vesle.*



La couche 8 est formée d'un calcaire dur, sec, cassant, généralement noirâtre, stalactiforme, que nous avons appelé *Calcaire à graines de Chara*. C'est le niveau du banc d'argile plastique que nous avons signalé à Rilly comme séparant en deux zones les Marnes lacustres. Ce calcaire se rencontre dans bon nombre de localités : château de Breuil, Montigny, Villers-Franqueux, Brimont, etc. Il contient des *Physes*, des *Paludines* et des graines de *Chara*.

Nous ferons sur la coupe de Prouilly les remarques suivantes :

1° Les Sables de Châlons-sur-Vesle atteignent en cet endroit leur entier développement : bancs argilo-gréseux, sables fossilifères, sables blancs sans fossiles, identiques avec ceux de Rilly, Ecueil, Chenay, Marzilly.

2° Les Sables de Cuise y montrent leurs trois horizons : sables siliceux, sables fossilifères, sables glauconieux.

Les sables fossilifères de Cuise n'avaient pas encore été mentionnés

dans la Montagne de Reims ; nous les avons retrouvés à Grugny, Branscourt, Sapicourt, Hermonville et Cormicy.

3° Les Caillasses couronnent le plateau, comme sur tout ce côté de la Vesle. Les Calcaires de Saint-Ouen et les Meulières de Brie font défaut.

6° *Châlons-sur-Vesle.*

Cette butte, bien connue et, pour ainsi dire, typique, nous présente :

1° Au-dessus de la Craie blanche tendre, les trois bancs de sables silico-marneux, séparés par autant de bancs de grès ;

2° Des sables jaunâtres, un peu terreux, avec quelques fossiles ;

3° Des sables blancs, siliceux, un peu calcaires, avec nombreux fossiles ;

4° Une zone de sables siliceux, sans fossiles ;

5° Des couches remaniées.

7° *Chenay.*

La coupe de Chenay est, dans sa partie inférieure, la même que celle de Châlons-sur-Vesle ; mais les Marnes lacustres et une partie des Sables blancs n'y sont pas enlevées, comme dans cette dernière localité. Nous y voyons, au contraire, une couche épaisse de marnes lacustres et la zone des sables sans fossiles, recouvrant les sables blancs siliceux, qui y sont exploités. Notons que dans cette localité, ainsi qu'à Marzilly, une coupe a été relevée, qui indiquait que les sables blancs qui y sont exploités reposaient directement sur la Craie ; tandis qu'au contraire, toute la formation des Sables de Bracheux s'y présente dans son entier développement.

Il est facile de voir la dénudation des Marnes lacustres sur la butte de Châlons-sur-Vesle, en suivant le coteau jusqu'au village de Chenay.

Merfy, Villers-Franqueux, Hermonville, Brimont, Thil, etc., offrant des coupes identiques avec celles que nous venons de donner, nous ne ferons que les mentionner.

8° *Coupe de la Montagne de Berru.*

1° Meulières de Brie.
2° Calcaire de Ludes.
3° — de Saint-Ouen.
4° Sables de Cuise, sans fossiles
5° *Argiles à lignites,* alimentant de belles exploitations ; avec *Cyrena tellinella*, petits cristaux de gypse et rognons de phosphate de chaux.

6° *Marnes lacustres* supérieures, sans fossiles, formant une couche puissante, visible sur un grand nombre de points.
7° Couches argilo-lignitifères, renfermant de nombreux ossements et des bivalves, entremêlées de sables siliceux.

Cette couche est la même que celle qui à Rilly sépare les Marnes lacustres en deux zones; seulement ici elle est développée d'une façon exceptionnelle, au point d'être prise pour les argiles à lignites du Soissonnais; elle a même été exploitée. Des restes de *Crocodiliens,* de *Tortues,* de *Mammifères,* d'*Oiseaux,* y sont fréquents. Elle renferme quelques fragments de calcaire avec graines de *Chara.*

8° Sables siliceux, fins, réguliers, un peu fossilifères : *Cardium, Natica;* la partie supérieure est d'un blanc pur.
9° Craie blanche, tendre.

D'après ces données, nous croyons pouvoir construire la coupe générale suivante des Sables de Bracheux et des Marnes lacustres, dans la Montagne de Reims :

Coupe générale (de haut en bas) :

1° Argiles à lignites (proprement dites) : bancs épais de lignites; *Cerithium variabile, Cyrena cuneiformis, Melanopsis buccinoïdea.*
2° Marnes lacustres de Rilly, zone supérieure ou sans fossiles, la plus répandue.
3° Argiles lignitifères et calcaire lacustre à graines de *Chara* et petites Physes; — sables ossifères : restes de Chéloniens, de Crocodiliens, de Mammifères, d'Oiseaux, etc.
4° Marnes lacustres de Rilly, zone inférieure ou fossilifère : *Physa gigantea, Helix hemisphærica,* etc.
5° Sables blancs, siliceux, fins, réguliers, quelquefois un peu lignitifères.
6° Sables siliceux, fossilifères.
7° Sables siliceux, un peu calcaires, avec nombreux fossiles, généralement ferrugineux à la base.
8° Alternance de trois bancs de sables silico-marneux et de trois bancs de grès.
9° Craie durcie, tubuleuse, dénudée lorsque les sables ont leur entier développement.
10° Craie blanche de Reims.

Conclusions.

De cette esquisse, aussi brève que possible, nous croyons pouvoir tirer les conclusions suivantes.

Au moment où la mer tertiaire fit son envahissement, la Craie blanche de Reims (à *Belemnitella quadrata),* avec sa croûte durcie et perforée, était dénudée sur un grand nombre de points et offrait de profonds sillons.

Ce furent d'abord ces sillons que comblèrent les dépôts les plus inférieurs de la mer de Bracheux, ainsi qu'on peut le voir à Jonchery, Châlons-sur-Vesle, Brimont, Hermonville, Les Chauffours sur la route de Reims à Neuchâtel, etc., où l'on trouve les sables argilo-marneux avec *Cyprina scutellaria,* et les bancs de grès.

La couche silico-calcaire atteignit les parties plus élevées de la Craie et s'étendit plus au loin ; nous la voyons reposer directement sur la Craie à Montchenot, Villers-Hallerand, Berru.

La mer de Bracheux, continuant à envahir la terre ferme, alla jusqu'à recouvrir la Craie durcie, comme on le voit à Rilly-la-Montagne, et déposa alors des sables blancs, siliceux, sans fossiles, que l'on retrouve dans toutes les localités où se sont déposés les Sables de Bracheux, même bien au-delà de la Montagne de Reims.

Après le dépôt de ces sables sans fossiles, commença la formation lacustre, que nous divisons en trois zones :

1° La partie inférieure, avec fossiles de la faune de Rilly, constitue un dépôt pour ainsi dire spécial, qui s'est produit dans une dépression due sans doute à la dénudation de la partie supérieure des Sables blancs; car à Rilly ces derniers sont moins développés que dans les autres localités où nous n'avons pas les Marnes lacustres inférieures : Chenay, Marzilly, etc.

2° Ces marnes lacustres se déposaient encore quand la mer apparut à nouveau, mêlant ses eaux aux eaux douces. Il se forma alors un dépôt d'argiles souvent lignitifères, qui détruisit la faune de Rilly, et un nouveau calcaire lacustre, d'un faciès tout particulier, contenant des graines de *Chara,* de petites Physes, des Planorbes (Jonchery, Montigny, Villers-Franqueux, Brimont, Berru et Rilly ; dans ces deux dernières localités les fossiles sont rares). Nous trouvons aussi, dans des sables saumâtres, des restes de grands animaux : Crocodiliens, Chéloniens, Rongeurs, grosses vertèbres d'Oiseaux (Cernay, Berru).

3° Nouvelle réapparition des marnes lacustres, identiques avec les marnes inférieures, mais *sans fossiles.* Ce sont celles que nous voyons sur un grand nombre de points : Rilly, Ecueil, Chamery, Chenay, Marzilly, Hermonville, Berru ; dans le Soissonnais, le Laonnais, les environs de Chauny et d'Épernay.

A ces marnes succédèrent les argiles à lignites, avec *Cerithium variabile, Melania inquinata,* Cyrènes, etc.

Nous avons donc :

Sables de Bracheux, composés de trois étages :	1. Sables gréseux ; 2. Sables fossilifères ; 3. Sables siliceux, sans fossiles.

Surmontés des :

Marnes lacustres, composées elles aussi de trois étages :	1. Marnes lacustres fossilifères ; 2. Argiles lignitifères, saumâtres ; 3. Marnes lacustres sans fossiles.

Et couronnées par les :
Argiles à lignites proprement dites, à *Cerithium variabile.*

Disons encore que dans *toutes* les localités où nous avons exploré les *Argiles à lignites* du Soissonnais, nous les avons trouvées reposant sur la Craie ou sur les Marnes lacustres, sans aucun terrain intermédiaire.

M. **Hébert** rappelle que l'on trouve dans les marnes strontianifères de Meudon des fossiles marins qui, ainsi que l'ont reconnu MM. Cornet et Briart, appartiennent à l'âge du calcaire de Mons. Or, d'une part, les marnes de Meudon et celles de Dormans renferment la *Paludina aspersa* et la *Pupa Rillyensis,* fossiles caractéristiques du calcaire de Rilly ; d'autre part, le calcaire de Mons est inférieur au Landenien, lequel est synchronique des sables de Bracheux. Les sables de Rilly ne peuvent donc être placés à la partie supérieure des sables de Bracheux.

Séance générale du 5 avril 1877.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. PELLAT, *président pour 1876.*

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM. Dueil (André), à Aÿ (Marne), présenté par MM. P. Gervais et Edm. Lambert ;

Toyon (de), à Saint-Ciers-du-Taillon, par Mirambeau (Charente-Inférieure), présenté par MM. Bioche et Brocchi.

Le **Président** prononce l'**allocution** suivante :

Messieurs,

Notre Société a coutume, dans la séance annuelle du jeudi de Pâques, de donner un témoignage de regrets à la mémoire de ceux de ses membres que la mort lui a enlevés pendant l'année précédente.

En 1876, nous avons perdu onze de nos confrères :

MM. Angelin, qui a fait de si beaux travaux sur les terrains paléozoïques de la Scandinavie ;

Blondeau;

Brongniart (Adolphe), Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle, dont M. le comte de Saporta nous a, à pareille date, retracé la carrière scientifique;

Buteux, auteur de nombreux travaux sur la géologie du département de la Somme, l'un des plus anciens et des plus sympathiques membres de notre Société;

Sainte-Claire-Deville (Charles), Membre de l'Institut, Professeur au Collége de France, ancien Président de la Société géologique, l'un des savants qu'elle sera toujours fière d'avoir compté parmi ses membres;

Dumortier (Eugène), ancien Vice-Président de la Société, dont la mort est venue attrister notre session de Châlon et dont vous connaissez les importantes publications sur la paléontologie du bassin du Rhône;

Fournel, auteur de beaux travaux sur l'Algérie et le Bocage vendéen;

Laréveillère-Lépeaux;

Logan, Directeur de la Commission géologique du Canada;

Orbigny (Charles d'), dont le nom restera attaché à la géologie des terrains tertiaires du bassin de Paris;

Vielbanc (de).

Nous avons besoin, Messieurs, de porter nos regards sur les jeunes géologues qui sont l'espoir de notre Société et auxquels incombe la tâche de combler ces vides.

Mme Viquesnel, en fondant un prix annuel au nom de son mari, notre vénéré et regretté confrère, a voulu que chaque année le plus digne d'entre eux reçût une récompense de ses travaux.

C'est vous, M. Charles Barrois, que les suffrages de la Société géologique ont désigné comme lauréat du prix Viquesnel en 1877.

A l'âge où tant de jeunes gens ne profitent des avantages de la fortune que pour se soustraire aux études sérieuses, vous vous êtes déjà fait connaître par des travaux remarquables, non-seulement en France mais aussi en Angleterre. Que le prix Viquesnel vous encourage à persévérer dans la voie où vous êtes entré.

Le Président donne lecture de la lettre suivante de M. **de Chancourtois**:

Monsieur le Président,

Obligé de conduire les élèves de l'École des Mines en course jeudi, je viens vous prier de vouloir bien être mon interprète auprès de la Société, pour m'excuser de n'être pas en mesure, cette année, de lire la

notice biographique sur Élie de Beaumont, dont j'ai eu l'honneur d'être chargé, et pour offrir, à titre de témoignage commémoratif provisoire, l'hommage du Discours que j'ai prononcé à l'inauguration de la statue de mon illustre maître.

Dans la plaquette ci-jointe, ce discours est précédé de celui que j'ai prononcé aux funérailles, et suivi de la liste des travaux scientifiques d'Élie de Beaumont, dressée par M. *Guyerdet.*

Veuillez agréer, etc.

M. Fouqué donne lecture de la notice suivante :

Notice nécrologique sur M. Ch. **Sainte-Claire-Deville,** par M. **Fouqué.**

Le 10 octobre dernier succombait l'un des anciens Présidents de la Société géologique, M. Charles Sainte-Claire-Deville. Sa mémoire est encore présente à l'esprit de tous ses anciens collègues ; aussi, en rappelant ici son histoire et la série de ses travaux, ne ferai-je que retracer un tableau bien connu. Mais la vie d'un homme de bien, d'un savant éminent, mérite toujours d'être racontée et célébrée ; ceux qui en ont été témoins se complairont dans ce pieux souvenir.

M. Ch. Sainte-Claire-Deville est né le 26 février 1814, à Saint-Thomas, dans les Antilles. A l'âge de cinq ans, il fut confié aux soins d'une de ses tantes, qui rentrait en France et venait s'installer à Paris. Quelques années après il fut rejoint par les autres membres de sa famille.

Doué d'un esprit vif et pénétrant, avide de savoir, il acquit sans peine et, pour ainsi dire, en se jouant, ces connaissances élémentaires que les enfants ne s'assimilent souvent qu'au prix d'un labeur pénible. Élève au collége Rollin, il s'y fit remarquer par ses aptitudes littéraires ; les auteurs classiques lui devinrent familiers et plus tard, au milieu de ses travaux scientifiques, ils furent pour lui comme une source de vie et de fraîcheur, au sein de laquelle il aimait à se retremper. Horace, Virgile, Lucrèce, figuraient encore à son dernier jour dans la petite bibliothèque placée au chevet de son lit ; ces auteurs étaient sa lecture favorite ; ils l'ont souvent aidé à supporter des heures de longue insomnie.

Au moment où il terminait ses études de collége, des disputes littéraires ardentes animaient la jeunesse française : la querelle des classiques et des romantiques s'était rouverte, et M. Deville, chose remarquable, prit parti pour les novateurs. La vivacité de son imagination, le tact exquis avec lequel il a toujours su apprécier les beautés artis-

tiques ou littéraires, la facilité avec laquelle il maniait la plume, montrent qu'il eût pu devenir un écrivain distingué; mais, lorsqu'il s'agit de choisir une carrière, il consulta mûrement ses goûts et ses aptitudes, et, après réflexion, se décida à embrasser l'étude des sciences; en peu de temps il y fit de rapides progrès.

Du collége, il passa deux ans comme élève libre à l'École polytechnique ; puis il entra comme externe à l'École des Mines. M. Élie de Beaumont y enseignait la Géologie. Avec sa nature enthousiaste, M. Ch. Sainte-Claire-Deville fut bientôt captivé par le génie d'un tel maître. Il n'aspira plus qu'à marcher dans sa voie et à suivre ses inspirations. Bien comprendre les leçons du savant professeur et en tirer tout le profit possible n'était pas chose aisée ; car les lois générales qu'il exposait dans son cours, les larges aperçus géologiques qu'il développait devant ses auditeurs, il les appuyait constamment sur des détails minutieux, sur des faits nombreux et solidement établis. Son érudition était des plus vastes et le cadre de ses observations non moins étendu. Plus tard, M. Ch. Sainte-Claire-Deville aimait à répéter qu'il avait appris sur les bancs de l'École des Mines à devenir un observateur. C'était la qualité qu'il estimait avant tout chez un géologue, et dont il se croyait redevable à son maître. Il lui devait aussi cette idée grandiose, que tous les phénomènes naturels violents du monde physique s'opèrent suivant un plan immuable dans ses traits principaux. Cette idée était passée dans son esprit à l'état de conviction ; c'est elle qui l'a guidé durant toute sa carrière.

Parmi les questions géologiques que M. Élie de Beaumont abordait le plus volontiers, l'une des plus graves était celle de la genèse et de la constitution des volcans. Il s'était, pour ainsi dire, approprié la théorie des cratères de soulèvement de L. de Buch. En lui enlevant ce qu'elle avait de trop absolu, en limitant les cas auxquels elle était susceptible de s'appliquer, et surtout en apportant en sa faveur des arguments puisés dans l'observation des faits, non-seulement il avait rendu cette théorie viable, mais encore il lui avait donné un cachet apparent d'exactitude et de vérité. Les élèves qui suivaient ses leçons avaient été persuadés bien vite; les controverses auxquelles la question donna lieu dans le monde savant ne firent qu'animer leur foi et qu'enflammer leur zèle.

M. Ch. Sainte-Claire-Deville, après un voyage en Auvergne dans le courant de l'été de 1839, revint encore plus convaincu qu'il possédait là une base solide sur laquelle pouvait être édifiée l'étude d'un pays volcanique quelconque. Dès lors, il songea à aller visiter son pays natal et à faire l'histoire géologique complète de La Guadeloupe, de La Martinique et des autres Antilles qui ont été le théâtre de phéno-

mènes volcaniques. Cependant il ne voulait pas non plus négliger les massifs éruptifs anciens, ni les terrains sédimentaires ; aussi, avant de quitter l'Europe, crut-il devoir entreprendre une excursion en Suisse, où il explora la chaîne des Diablerets. La stratigraphie et la paléontologie l'ont toujours vivement intéressé, et plus d'une fois il a regretté que l'étendue trop vaste de la géologie ne permît pas d'en apercevoir à la fois distinctement tous les confins. Mais à cette époque, encore plein de l'entrain de la jeunesse, il croyait pouvoir tout embrasser ; plus tard, l'expérience est venue peu à peu lui apprendre que l'esprit humain le mieux doué s'arrête nécessairement devant l'accroissement merveilleux des sciences modernes.

Le départ pour les Antilles eut lieu en novembre 1839 ; l'embarquement se fit à Southampton, après un court séjour à Londres. Dans cette cité M. Deville prit connaissance de documents inédits relatifs aux pays qu'il allait visiter.

A peine monté sur le navire qui l'emmenait, il commença une série d'observations météorologiques : plusieurs fois par jour, durant tout le voyage, il nota les indications du thermomètre et du baromètre, la température de la mer, la direction des courants. Il fit une première halte à La Trinité et y recueillit des renseignements précieux sur les allures qu'affecte le Gulf-stream dans les parages maritimes voisins. En même temps il exécuta plusieurs excursions dans l'intérieur de l'île et visita particulièrement la curieuse accumulation de matière bitumineuse connue sous le nom de *lac de bray*. Dans la même localité se dégagent du sol des gaz dont la composition avait été jadis déterminée par Humboldt. Il répéta l'expérience et arriva à des résultats analytiques différents. Cependant il n'eut pas même l'idée de soupçonner l'exactitude des observations de l'illustre naturaliste ; il en conclut simplement que la nature de ces émanations avait changé avec le temps, idée féconde, qu'il devait plus tard développer et généraliser.

L'année 1840 fut consacrée par lui à diverses explorations dans les Iles Vierges, Sainte-Croix, Puerto-Rico, Saint-Martin, Saint-Barthélemy, Saint-Thomas. En 1841 il aborda pour la première fois une île volcanique, La Guadeloupe ; il en entreprit aussitôt l'étude ; mais, dès l'abord, il fut arrêté par le manque d'une bonne carte topographique. On ne possédait alors que quelques esquisses imparfaites de cette île ; or, comment décrire la structure d'une région volcanique lorsqu'on ne peut baser un pareil travail sur la connaissance exacte de la configuration superficielle du terrain ? Au lieu de se laisser rebuter par cette difficulté, il voulut la faire disparaître et se fit géomètre. Il parcourut d'abord la région Sud-Ouest de l'île, à laquelle devaient s'appliquer surtout ses études géodésiques, et détermina les points où devaient

être établis des signaux pour la triangulation. Un officier de marine qui lui avait promis sa collaboration tomba malade dès le début des opérations ; il resta donc seul pour l'exécution de la tâche. Avant de l'entreprendre définitivement, il fit un nouveau voyage d'exploration, dans lequel il visita successivement La Martinique, Les Saintes, Saba, Saint-Eustache, Saint-Martin, Saint-Barthélemy.

A son retour à La Guadeloupe, il reprit l'œuvre commencée et durant six mois la continua au milieu de difficultés de toute espèce. Un sol extrêmement accidenté, couvert d'une épaisse végétation, enveloppé de nuages sur les cîmes, tel était le terrain sur lequel il opérait. Bien souvent il dût demeurer des journées entières sur quelque sommité, enveloppé par une brume opaque qui rendait les visées impossibles. Enfin, au milieu de l'année 1842, M. Deville, réunissant les éléments géodésiques qu'il avait recueillis, possédait les matériaux d'une carte au $\frac{1}{160.000}$, qu'il a publiée depuis lors dans l'atlas de son *Voyage aux Antilles*.

En juillet 1843, une occasion s'offrit pour lui d'aller visiter Ténériffe; il la saisit. Reçu à bord d'une corvette française chargée d'une mission officielle, il débarqua à Ténériffe le 6 septembre et dès le lendemain, accompagné de quelques hommes, il commençait l'ascension du pic. Ce ne fut qu'après trois jours de marche qu'il atteignit le point culminant. Admirateur passionné des beautés de la nature, il jouit sur ces hauteurs de l'un des plus magnifiques panoramas qu'il soit donné à l'homme de contempler; mais je ne veux rappeler ici que le côté scientifique de son excursion. Dans son mémoire sur Ténériffe, il a laissé une description fidèle et éminemment intéressante du grand cirque de la Chahorra, si remarquable par son altitude de plus de 3 000 mètres, par la verticalité de ses parois, par la stratification régulière des assises qui en composent la paroi, par la configuration accidentée du sol qui en forme le fond. L. de Buch avait depuis de longues années déjà publié son mémoire classique sur Ténériffe ; M. Deville le complète et en fait ressortir les parties principales. Il insiste particulièrement sur la différence des produits volcaniques épanchés au-dessus de la ceinture rocheuse qui forme autour du pic une sorte de fortification de 600 mètres de haut, d'avec ceux qui sont venus au jour à un niveau plus bas. Il suit sur de longues étendues les coulées d'obsidienne, décrit leurs allures, leurs formes, leurs relations avec le manteau de ponce qui revêt l'île entière. Plus bas, il explore la vallée de Guimar, que bordent des murs verticaux de 800 mètres de hauteur, formés d'un nombre considérable de couches de basalte et d'assises fragmentaires, et sillonnés d'innombrables filons de puissance diverse.

M. Deville, en parcourant Ténériffe, croyait, comme la plupart de

ses contemporains, à la théorie des cratères de soulèvement. Une manière de voir aussi tranchée, une foi aussi vive dans une conception théorique, auraient pu l'amener involontairement à juger les faits d'un œil complaisant, pour les adapter aux besoins de la cause. Il n'en fut rien. Ses descriptions ont un cachet de sévérité et d'exactitude ; elles sont vraies indépendamment de toute interprétation. M. Élie de Beaumont en a fait lui-même l'éloge à ce point de vue, en remarquant, lors de la publication du mémoire de M. Deville, combien les relations géologiques établies par l'auteur étaient l'expression fidèle des faits, « quelle que soit, dit-il, l'hypothèse à laquelle on s'arrête sur la manière dont la masse du cône central a reçu sa forme et sa position. »

Aux observations géologiques proprement dites, M. Deville avait joint des déterminations d'altitude à l'aide du baromètre ; il avait, sur la cîme même du pic, déterminé la déclinaison magnétique ; enfin il rapportait une nombreuse collection de roches. Huit jours avaient suffi pour cette belle exploration.

De Ténériffe, le navire fit voile pour Fôgo. La géologie de cette île était alors entièrement à faire, et la durée de la relâche n'était que de trois jours. M. Deville profita merveilleusement de ce court délai. A peine débarqué, il se mit en route pour l'intérieur de l'île et commença l'ascension du pic qui en occupe le centre. Cette éminence est un cône qui s'élève d'un jet, et par une pente presque continue, jusqu'à près de 3 000 mètres de hauteur. A l'ouest cependant, il est entouré d'un rempart demi-circulaire, semblable à la Somma du Vésuve. Dans les parties basses s'étendent des coulées scoriacées, des lits de conglomérats ; sur les pentes se dressent de nombreux cônes parasites. La cîme du mont est creusée d'un cratère d'environ 500 mètres de diamètre, profond d'au moins 250 mètres et bordé de roches compactes. M. Deville constata, à sa grande surprise et contrairement à ce que la théorie de L. de Buch lui avait fait prévoir, que toutes les roches de l'île étaient de même nature minéralogique. Point de noyau central trachytique, point de phonolithes, point de laves à amphigène ; tout était basaltique. L'excursion fut non-seulement fatigante, mais périlleuse. Abandonné de ses guides, égaré un moment au milieu de précipices épouvantables, M. Deville n'atteignit le bord du cratère qu'au prix des plus pénibles efforts. Quelques années plus tard, il a publié sur Fôgo un mémoire qui est un chef-d'œuvre de précision, un modèle de description géologique. Dans son excursion rapide, il avait vu toutes les parties essentielles de l'île et consigné dans ses notes les particularités principales qu'offrent la composition et la configuration des roches. Les naturalistes qui depuis lors ont étudié les îles du Cap-

Vert ont admiré d'un commun accord la sûreté et la rapidité du coup-d'œil scientifique qu'il avait jeté sur Fôgo.

Revenu à La Guadeloupe en novembre 1842, il entreprit l'étude des îles calcaires de La Grande-Terre et de Marie-Galante ; puis il allait commencer celle des îles volcaniques de l'archipel des Antilles, lorsqu'il fut surpris à La Dominique par l'épouvantable tremblement de terre du 8 février 1843. La Guadeloupe, Les Saintes et Marie-Galante étaient bouleversées ; la ville de La Pointe-à-Pitre n'était plus qu'une ruine ; l'incendie avait complété le désastre ; 2 000 victimes gisaient sous les décombres. Les collections de roches rassemblées par M. Deville depuis les débuts de son voyage, la majeure partie de ses dessins et de ses notes avaient été déposées par lui chez l'un de ses oncles, maire de La Pointe-à-Pitre ; il n'en retrouva rien.

Il fut officiellement chargé de faire une enquête scientifique sur le tremblement de terre. Il s'agissait de faire un historique exact du phénomène, d'en dresser, pour ainsi dire, l'inventaire détaillé. M. Deville se traça lui-même un questionnaire compliqué et se mit en devoir d'y répondre. Pour s'acquitter de cette tâche, il n'épargna ni son temps ni sa peine ; jamais pareille enquête n'a été opérée sur les conditions et les effets d'un tremblement de terre. Le moment précis des secousses, leur nombre, leur durée, leur étendue, leur direction, leur intensité, les modifications apportées dans la température et la composition des sources, les changements géologiques éprouvés par le sol, l'action sur les émanations de la Soufrière de La Guadeloupe, l'influence exercée sur la mer dans le voisinage des îles, tout est passé en revue, discuté et pesé.

Après un pareil travail, il était naturel d'essayer de déduire quelque conséquence générale sur la cause des tremblements de terre ; mais, sous des dehors brillants, M. Deville possédait une raison droite et incapable de se laisser aller aux entraînements de l'imagination ; aussi ses conclusions sont-elles d'une sévérité rigoureuse, en même temps que d'une remarquable simplicité. Il se contente d'affirmer que les secousses ont à peine modifié la configuration du pays ; « ce n'est point là, dit-il, un grand fait géologique, bien que le désastre soit immense ; dans quelques années, les traces laissées sur le sol par l'ébranlement seront effacées. » Il consacre quelques pages à l'examen des théories proposées pour expliquer les tremblements de terre, mais aucune n'obtient son entière adhésion.

Trois années de séjour aux Antilles n'avaient point altéré l'ardeur scientifique de M. Deville, mais la maladie vint l'atteindre. Une ophthalmie douloureuse, de violents accès de rhumatisme lui interdirent tout travail. Il dut rentrer en France, laissant inachevée la tâche qu'il s'était proposée.

Peu de temps après son retour, sa santé s'étant rétablie, il se mit à étudier les roches qu'il avait rapportées de son voyage. Les laves acides de Ténériffe fixèrent d'abord son attention ; il en détermina la composition minéralogique. A cette époque on ne connaissait que deux catégories de laves feldspathiques : les unes à base de feldspath monoclinique, les autres ayant le ladrador pour feldspath. Les trois autres feldspaths tricliniques : l'albite, l'anorthite et l'oligoclase, étaient considérés ou comme des minéraux de druses, ou comme l'apanage exclusif des roches éruptives non volcaniques. M. Deville détruisit ce préjugé scientifique, en montrant que l'oligoclase était le feldspath caractéristique de celles des laves de Ténériffe dont il poursuivait l'examen. Ce travail fit, à juste raison, grande sensation parmi les minéralogistes et les géologues.

La découverte qu'il fit du quartz dans les laves labradoriques de La Guadeloupe ne parut pas moins étonnante. On vit avec plaisir l'étude des roches acquérir un degré de précision que jusqu'alors elle n'avait pas paru comporter.

En même temps, M. Deville s'occupait de la publication d'un grand ouvrage dans lequel il voulait comprendre l'ensemble de ses observations et de ses recherches expérimentales sur les Antilles, Ténériffe et Fôgo. Le premier volume et l'un des fascicules du second volume ont seuls paru ; la perte des documents détruits à La Pointe-à-Pitre n'a pas permis l'achèvement de l'œuvre.

Dans cet ouvrage M. Deville a compris ses mémoires sur Ténériffe et Fôgo et sur les tremblements de terre de La Guadeloupe. On y trouve aussi des indications précieuses sur la météorologie des Antilles et sur les courants marins du golfe du Mexique, et des tableaux d'altitudes déterminées à l'aide du baromètre. Des dessins pittoresques, des cartes, des coupes géologiques y figurent également. La partie publiée de l'ouvrage fait vivement regretter la perte des matériaux qui auraient dû servir à son achèvement.

Un travail sur les eaux minérales de la France fut livré quelques années après à l'impression par M. Ch. Sainte-Claire-Deville. Considérant ces eaux à un point de vue tout spécial de la géologie, il a mis en relief la relation qui lie leur gisement et leur composition chimique.

Puis vint en 1851 son mémorable travail sur le soufre. Six mois avant que Schrötter n'ait fait connaître le phosphore amorphe, M. Deville découvrait le soufre insoluble. Non-seulement il indiqua la manière de le préparer, mais il fit connaître ses propriétés et surtout les particularités qu'il présente au point de vue de la structure, de la densité et de la chaleur spécifique. Sachant que ce soufre mou possède une densité inférieure à celle du soufre cristallisé, et en même temps

une chaleur spécifique supérieure, il eut l'idée de faire les mêmes recherches sur la silice et de comparer les propriétés du quartz cristallisé avec celles du même corps vitreux. Il fondit du quartz à une haute température et reconnut qu'après cette opération sa densité avait diminué, mais qu'il possédait une chaleur spécifique plus grande. Il en conclut que la silice et les silicates naturels se comportent comme le soufre, qu'ils conservent un excès de chaleur emmagasinée en passant à l'état vitreux.

Mais les travaux de M. Deville qui intéressent le plus directement la géologie sont ceux qu'il a publiés sur les émanations volcaniques volatiles. On pensait avant lui que chaque volcan était caractérisé par un ensemble de gaz et de vapeurs qui lui étaient propres. Les géologues d'alors croyaient, par exemple, que l'acide chlorhydrique dominait au Vésuve, l'acide sulfureux à l'Etna, l'acide carbonique dans les volcans des Andes. M. Deville a montré qu'un seul et même volcan présentait tous ces produits, mais en proportions diverses suivant la phase d'activité dans laquelle on l'observait. En d'autres termes, il a prouvé que la composition des émanations d'un volcan variait avec le temps écoulé depuis le moment du maximum d'une éruption, et aussi avec la distance au foyer du volcan, qu'elle dépendait de la température de l'évent. Il distinguait quatre variétés différentes de fumerolles volcaniques :

1° Les fumerolles produites à une température voisine de celle de l'incandescence et signalées par la présence des sels de soude et de potasse ;

2° Les fumerolles dont la température est comprise entre 100 et 600 degrés et qui sont riches en vapeur d'eau, en acide chlorhydrique et sulfureux ;

3° Les fumerolles dont la température, inférieure à 100 degrés, est supérieure à la température ordinaire ; celles-ci sont formées de vapeur d'eau, d'hydrogène sulfuré et d'acide carbonique ;

4° Les dégagements gazeux qui se font à la température de l'atmosphère ou à des températures peu supérieures, et qui sont constitués par de l'acide carbonique et des carbures d'hydrogène seuls ou associés.

Cette loi, tellement simple qu'elle semble presque évidente *à priori*, n'a cependant été établie qu'au prix d'expériences délicates, de pénibles recherches. Quatre voyages successifs en Italie ont été nécessaires pour en fixer les termes. Le Vésuve, l'Etna, les Champs Phlégréens, les îles Lipari, les lagonis de la Toscane, ont été le théâtre de ces travaux. L'hydrogène libre avait été trouvé par M. Bunsen dans les solfatares de l'Islande ; M. Deville l'a recueilli d'abord en Toscane, et ensuite sur

les pentes du Vésuve, à l'extrémité inférieure d'une longue fissure dont la partie supérieure avait été le siége d'une éruption récente.

Le dernier voyage géologique de M. Deville l'a conduit aux Açores en 1867. Il s'y rendait pour visiter un nouveau volcan sous-marin ; mais à son arrivée à Terceire tout était déjà rentré dans le repos. Il s'en consola en parcourant cet archipel si intéressant pour un géologue, et en faisant l'ascension du cône de l'île de Pico, qui est le point culminant de la région.

M. Deville a eu l'honneur d'être appelé en 1861 à la présidence de la Société géologique. Son affabilité le rendait cher à tous ses collègues ; sa fermeté et son habileté dans la direction des discussions étaient unanimement appréciées. Plus tard, il a peu fréquenté les séances de la Société et a semblé presque s'en désintéresser ; mais en réalité il lui était fidèle et dévoué ; il s'intéressait à ses travaux et suivait avec plaisir la marche croissante de sa prospérité. Alors une autre société scientifique qui lui était non moins chère, la Société météorologique, périclitait ; il s'est dévoué à son relèvement et pendant dix ans lui a consacré toute son activité. Dans les dernières années de sa vie, il eut la satisfaction de la voir florissante. Et en effet, pendant ces dix années, la météorologie a absorbé toute son activité. Il a fondé l'observatoire de Montsouris et créé en Algérie un réseau de petits observatoires qui chaque jour rend des services signalés en faisant connaître la climatologie de notre grande colonie.

Louer le désintéressement de M. Deville, son amour pour la science, son urbanité exquise, son dévouement à tous ceux qui avaient besoin d'encouragement et d'aide, serait ici superflu. Je n'ai qu'à faire appel au témoignage de tous ceux qui ont été ses collègues ; tous, sans exception, ont été aussi ses amis.

Liste des travaux publiés par M. Charles-Sainte-Claire-Deville (1).

1840. — *Sur la Géologie de La Trinité, de La Grenade,* etc. (*Comptes-rendus de l'Académie des Sciences,* t. XI, p. 983).

1841. — *Lac de bitume de La Trinité* (*L'Institut,* 1re sect., t. IX, p. 232 ; *Bulletin de la Société philomathique de Paris,* 1841, p. 68).

1843. — *Observations sur le Tremblement de terre éprouvé à La Guadeloupe, le 8 février 1843* (*Revue coloniale,* novembre).

1843. — *Observations sur le Tremblement de terre éprouvé aux Antilles, le 8 février 1843* (*C.-R. Ac. Sciences,* t. XVII, p. 1283).

(1) Les travaux que M. Ch. Sainte-Claire-Deville a publiés sur la météorologie et la climatologie dans les *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences,* dans l'*Annuaire de la Société météorologique de France* et dans les *Nouvelles météorologiques,* ne sont pas mentionnés ici. On en trouvera la liste dans l'*Annuaire de la Société météorologique de France,* t. XXV, p. 81 ; 1877.

1844. — *Analyse des Feldspaths de Ténériffe (C.-R. Ac. Sciences,* t. XIX, p. 46).

1845. — *Essai de classification des Feldspaths et des minéraux analogues (C.-R. Ac. Sciences,* t. XX, p. 179).

1845. — *Diminution de densité dans les Roches, en passant de l'état cristallin à l'état vitreux (Ibid.,* p. 1453).

1846. — *Observations sur l'île de Ténériffe (Bulletin de la Société géologique,* 2e sér., t. III, p. 465).

1846. — *Sur l'île de Fôgo (Ibid.,* p. 656).

1847. — *Note sur le gisement du Soufre à la Soufrière de La Guadeloupe (Bull. Soc. géol.,* 2e sér., t. IV, p. 428).

1847. — *Sur un carbonate de magnésie trouvé à La Guadeloupe (Bull. Soc. géol.,* 2e sér., t. V, p. 65).

1847. — *Sur les variations de densité qu'on observe dans le Soufre, en ses divers états (C.-R. Ac. Sciences,* t. XXV, p. 857).

1848. — *Recherches sur quelques propriétés du Soufre (C.-R. Ac. Sciences,* t. XXVI, p. 117).

1848. — *Note sur un Mémoire de M. Duchassaing, relatif à des observations sur le Tremblement de terre de La Guadeloupe du 8 février 1843 (C.-R. Ac. Sciences,* t. XXVII, p. 294).

1848-59. — *Voyage géologique aux Antilles et aux îles de Ténériffe et de Fôgo* (ouvrage inachevé).

1849. — *Observations météorologiques faites en divers points des Antilles.*

1849. — *Note sur un Feldspath des roches trachytiques de la Hongrie (Bull. Soc. géol.,* 2e sér., t. VI, p. 410).

1851. — *Mémoire sur les Roches volcaniques des Antilles (C.-R. Ac. Sciences,* t. XXXII, p. 673).

1851. — *Mémoire sur les Roches volcaniques des Antilles (Bull. Soc. géol.,* 2e sér., t. VIII, p. 423).

1851. — *De la répartition des Eaux minérales en France (C.-R. Ac. Sciences,* t. XXXIII, p. 3).

1851. — *Introduction à l'Annuaire des Eaux de la France.*

1851. — *Répartition des Eaux minérales de la France (Bull. Soc. géol.,* 2e sér., t. IX, p. 42).

1852. — *Note sur quelques propriétés du Soufre (C.-R. Ac. Sciences,* t. XXXIV, p. 534).

1852. — *Recherches sur le dimorphisme et les transformations du Soufre (Ibid.,* p. 561).

1852. — *De l'altération, par voie naturelle et artificielle, des Roches silicatées, au moyen de l'acide sulfhydrique et de la vapeur d'eau (C.-R. Ac. Sciences,* t. XXXV, p. 261).

1852. — *Carte de la température des eaux à la surface de la mer des Antilles, du golfe du Mexique et de la portion voisine de l'Océan Atlantique (Ibid.,* p. 823).

1852. — *Instructions sur les Observations météorologiques à faire dans les Hôpitaux coloniaux (Revue coloniale,* février).

1852. — *Des modifications du Soufre sous l'influence de la chaleur et des dissolvants ; — Études de Météorologie et de Physique terrestre aux Antilles (Thèses de Chimie et de Physique).*

1853. — *Aperçu général du climat des Antilles (Rev. coloniale,* janvier).

1854. — *Études de Lithologie (Annales de Chimie et de Physique,* 3e sér., t. XL, p. 257).

1854-55. — *Études de Lithologie (C.-R. Ac. Sciences,* t. XXXVIII, p. 401; et t. XL, p. 177).

1855. — *Sur la densité de quelques substances (quartz, coryndon, métaux, etc.), après fusion et refroidissement rapide (C.-R. Ac. Sciences,* t. XL, p. 769).

1855. — *Sur l'éruption actuelle du Vésuve (Ibid.,* p. 1228; et *Bull. Soc. géol.,* 2e sér., t. XII, p. 963).

1855. — *Deuxième Lettre adressée à M. Élie de Beaumont sur l'éruption du Vésuve du 1er mai 1855 (C.-R. Ac. Sciences,* t. XL, p. 1247; et *Bull. Soc. géol.,* 2e sér., t. XII, p. 1065).

1855. — *Troisième* et *quatrième Lettres adressées à M. Élie de Beaumont, sur l'éruption du Vésuve du 1er mai 1855 (C.-R. Ac. Sciences,* t. XLI, p. 62 et 593).

1855. — *Sur quelques produits d'émanations de la Sicile (Ibid.,* p. 887).

1856. — *Recherches sur les produits des Volcans de l'Italie méridionale (C.-R. Ac. Sciences,* t. XLII, p. 1167).

1856. — *Des modifications du Soufre sous l'influence de la chaleur et des dissolvants (Ann. Chimie et Physique,* 3e sér., t. XLVII).

1856. — *Sur la nature et la distribution des Fumerolles dans l'éruption du Vésuve du 1er mai 1855 (Bull. Soc. géol.,* 2e sér., t. XIII, p. 606).

1856. — *Cinquième, sixième, septième, huitième, neuvième* et *dixième Lettres à M. Élie de Beaumont sur les phénomènes éruptifs du Vésuve et de l'Italie méridionale (C.-R. Ac. Sciences,* t. XLIII, p. 204, 431, 533, 606, 681 et 745).

1856. — *Deuxième Lettre à M. Dumas sur quelques produits d'émanation de la Sicile (Ibid.,* p. 359).

1856. — *Sur les Émanations volcaniques* (1er mémoire) *(Ibid.,* p. 955).

1856. — *Carte de la portion sud-ouest de l'île de La Guadeloupe, levée en 1842 (Ibid.,* p. 1038).

1856. — *Mémoire sur les Émanations volcaniques (Bull. Soc. géol.,* 2e sér., t. XIV, p. 254).

1857. — *Sur les Émanations volcaniques* (2e mémoire) *(C.-R. Ac. Sciences,* t. XLIV, p. 58).

1857. — *Note sur les propriétés du Soufre (Ibid.,* p. 382).

1857-58 (en collaboration avec M. F. Leblanc). — *Sur la composition chimique des gaz rejetés par les évents volcaniques de l'Italie méridionale (Ibid.,* p. 769 ; et t. LXV, p. 398 ; — *Bull. Soc. géol.,* 2e sér., t. XV, p. 310).

1857 (en collaboration avec M. F. Leblanc). — *Sur les émanations gazeuses qui accompagnent l'acide borique dans les Soffioni et Lagoni de la Toscane (C.-R. Ac. Sciences,* t. XLV, p. 750).

1858. — *Note sur la nature des éruptions actuelles du volcan de Stromboli (Bull. Soc. géol.,* 2e sér., t. XV, p. 345).

1858. — *Sur l'état actuel du Vésuve (C.-R. Ac. Sciences,* t. XLVI, p. 118).

1858. — *Sur la production de la Cottunite au Vésuve (Ibid.,* p. 496).

1858. — *Sur l'action des chlorures et des sulfures alcalins et terreux dans le métamorphisme des roches sédimentaires (C.-R. Ac. Sciences,* t. XLVII, p. 89).

1858 (en collaboration avec M. F. Leblanc). — *Sur les émanations gazeuses qui accompagnent l'acide borique dans les Lagoni de la Toscane (Ibid.,* p. 317).

1859. — *Sur le Trachytisme des roches (C.-R. Ac. Sciences,* t. XLVIII, p. 16).

1859 (en collaboration avec M. F. Leblanc). — *Mémoire sur la composition chimique des gaz rejetés par les évents volcaniques de l'Italie méridionale (Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences,* t. XVI).

1860 (en collaboration avec MM. Rufz et L. Soubeiran). — *Instructions pour les Antilles (Bull. de la Société d'Acclimatation,* juillet).

1860. — *Réflexions à propos du Mémoire de M. Rose sur les divers états de l'Acide silicique (Ann. Chimie et Physique,* 3e sér., t. LIX).

1860. — *Réflexions au sujet du Tremblement de terre éprouvé aux Antilles le 8 février 1843 (Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XVIII, p. 110).

1861. — *Rapport sur un Mémoire de M. Courbon, intitulé :* Résultats relatifs à l'Histoire naturelle obtenus pendant le cours d'une exploration de la Mer Rouge exécutée en 1859-1860 *(C.-R. Ac. Sciences*, t. LII, p. 426).

1861. — *Éruption du Vésuve (C.-R. Ac. Sciences*, t. LIII, p. 1231).

1862. — *Onzième, douzième, treizième* et *quatorzième Lettres à M. Élie de Beaumont sur les phénomènes éruptifs de l'Italie méridionale (C.-R. Ac. Sciences*, t. LIV, p. 99, 241, 328 et 473).

1862. — *Sur les émanations volcaniques des Champs Phlégréens (Ibid.*, p. 528 ; et t. LV, p. 583).

1862. — *Essai sur la répartition des corps simples dans les substances naturelles (C.-R. Ac. Sciences*, t. LIV, p. 782, 880 et 949).

1862-63 (en collaboration avec MM. Leblanc et Fouqué). — *Sur les émanations à gaz combustibles, qui se sont échappées des fissures de la lave de 1794, à Torre del Greco, lors de la dernière éruption du Vésuve (C.-R. Ac. Sciences*, t. LV, p. 75 ; et t. LVI, p. 1185).

1863. — *Note sur la théorie de l'aciération (C.-R. Ac. Sciences*, t. LVI, p. 325).

1863. — *Remarques sur un Mémoire de M. Lefort, intitulé :* Analyse d'une eau acide du volcan de Popocatépetl (Mexique) *(Ibid.*, p. 912).

1863. — *Rapports sur plusieurs Mémoires de M. Pissis, relatifs à la structure orographique et à la constitution géologique de l'Amérique du Sud (C.-R. Ac. Sciences*, t. LVII, p. 32).

1863. — *Remarques sur une Note de M. Cailletet sur la perméabilité du Fer pour les gaz à haute température (C.-R. Ac. Sciences*, t. LVIII, p. 329).

1863. — *Rapport sur deux Mémoires de M. Domeyko relatifs, l'un à de grandes masses d'aérolithes trouvées dans le désert d'Atacama, l'autre à plusieurs espèces minérales nouvelles du Chili (Ibid.*, p. 551).

1864. — *Sur la Boussingaultite (Ibid.*, p. 583).

1861. — *Réflexions à propos de deux Mémoires présentés par M. Debray dans les séances des 27 juin et 4 juillet (C.-R. Ac. Sciences*, t. LIX, p. 98).

1865. — *Observations sur les Lettres de M. Fouqué sur l'éruption du Vésuve du 31 janvier 1865 (C.-R. Ac. Sciences*, t. LX, p. 555, 1140, 1189 et 1334).

1865. — *Sur la formation artificielle des aluminates de chaux (Ibid.*, p. 1000).

1865. — *Remarques sur deux Lettres de M. Silvestri sur l'éruption actuelle de l'Etna (C.-R. Ac. Sciences*, t. LXI, p. 213).

1865. — *Remarques sur deux Lettres de M. Fouqué sur les phénomènes éruptifs de l'Italie méridionale (Ibid.*, p. 567 et 737).

1865. — *Sur les émanations volcaniques des Champs Phlégréens (Ibid.*, p. 760 et 820).

1866. — *Remarques sur une Note de M. Silvestri sur une récente éruption boueuse des salses de Paterno, en Sicile (C.-R. Ac. Sciences*, t. LXII, p. 648).

1866. — *Remarques sur une Lettre du P. Secchi sur des Tremblements de terre éprouvés récemment à Spoleto (Ibid.*, p. 774).

1866. — *Rapport sur un Mémoire de M. Fouqué, intitulé :* Recherches sur les Phénomènes chimiques des Volcans *(Ibid.*, p. 1366).

1866. — *Quinzième Lettre à M. Élie de Beaumont sur les phénomènes éruptifs de l'Italie méridionale (C.-R. Ac. Sciences*, t. LXIII, p. 77 et 146).

1866. — *De la succession des phénomènes éruptifs dans le cratère supérieur du Vésuve, après l'éruption de décembre 1861 (Ibid.*, p. 237).

1867 (en collaboration avec M. Janssen). — *Récit de l'éruption sous-marine qui a eu lieu le 1er juin 1867 entre les îles de Terceira et de Graciosa, aux Açores (C.-R. Ac. Sciences,* t. LXV, p. 662 et 1154).

1867. — *Réflexions sur des Lettres de MM. Palmieri et Mauget sur une nouvelle éruption du Vésuve (Ibid.,* p. 900).

1867. — *Sur le tremblement de terre du 18 novembre 1867 aux Antilles (Ibid.,* p. 1110).

1868. — *Réflexions sur des Lettres de MM. Diego Franco et Palmieri, intitulées :* Faits pour servir à l'histoire éruptive du Vésuve *(C.-R. Ac. Sciences,* t. LXVI, p. 162 et 207 ; et t. LXVII, p. 803).

1868. — *Remarques sur une Note de M. Raupach :* Liste des secousses et des bruits sourds qui suivirent le terrible Tremblement de terre survenu à l'île Saint-Thomas (Antilles danoises), le 18 novembre 1867 *(C.-R. Ac. Sciences,* t. LXVI, p. 281).

1868. — *Réflexions sur une Note de M. Silvestri sur l'éruption actuelle du Vésuve, (Ibid.,* p. 680).

1868. — *Réflexions au sujet de deux communications de M. Diego Franco sur l'éruption actuelle du Vésuve (C.-R. Ac. Sciences,* t. LXVII, p. 29).

1868. — *Remarques sur une Lettre de M. Pissis sur le tremblement de terre éprouvé le 13 août 1868 dans la partie occidentale de l'Amérique du Sud (Ibid.,* p. 1068).

1869. — *Remarques sur une Lettre de M. Angelot sur l'atmosphère solaire (C.-R. Ac. Sciences,* t. LXVIII, p. 249).

1869. — *Remarques sur la Note de M. Pelouze sur la solubilité du Soufre dans les huiles de houille (Ibid.,* p. 1181).

1869. — *Remarques sur une Note de M. Struve sur la présence de l'eau oxygénée dans l'atmosphère (Ibid.,* p. 1553).

1870. — *Remarques sur une Note de M. Fouqué intitulée :* Étude des gaz volcaniques de Santorin *(C.-R. Ac. Sciences,* t. LXXI, p. 906).

1872. — *Sur l'absence de gaz combustibles dans les émanations de la Caldeira de Furnas, à San-Miguel (Açores) (C.-R. Ac. Sciences,* t. LXXV, p. 115).

1872. — *Remarques sur une Lettre de M. de Saussure sur l'éruption du Vésuve en avril 1872 (Ibid.,* p. 154).

1873. — *Remarques sur une Lettre de M. Palmieri :* Recherches spectroscopiques sur les fumerolles de l'éruption du Vésuve en avril 1872 et état actuel de ce volcan *(C.-R. Ac. Sciences,* t. LXXVI, p. 1428).

1874. — *Secousses de tremblements de terre éprouvées en Algérie le 28 mars 1874 (C.-R. Ac. Sciences,* t. LXXVII, p. 936).

1874. — *Discours prononcé aux obsèques de M. Élie de Beaumont.*

1875. — *Remarques sur une Note de M. Fouqué sur les dépôts salins des laves de la dernière éruption de Santorin (C.-R. Ac. Sciences,* t. LXXX, p. 834).

1876. — *Sur l'éboulement du cirque de Salazie, dans l'île de la Réunion (C.-R. Ac. Sciences,* t. LXXXII, p. 253).

1876. — *Remarques à propos de la dernière Communication de M. Lockyer sur de nouvelles raies du Calcium (Ibid.,* p. 709).

1876. — *Sur le Feldspath microcline et sur l'Andésine (Ibid.,* p. 1015).

1876. — *Discours prononcé à l'inauguration de la statue de M. Élie de Beaumont, le 6 août 1876.*

Sur la proposition du Conseil, la Société décide que le paragraphe suivant sera ajouté à l'article 73 du Règlement administratif :

« Les Sociétés diverses, Facultés, Lycées, etc., peuvent devenir » membres à perpétuité moyennant le versement en capital d'une » somme d'au moins six cents francs. »

M. Collot met sous les yeux de la Société une carte géologique des environs d'Aix-en-Provence et donne à ce sujet les explications suivantes :

Sur une **Carte géologique** *des environs d'***Aix-en-Provence,**
par M. L. **Collot.**

Entre les rivières de la Durance et de l'Arc s'élève un petit massif montagneux, dont Sainte-Victoire (1 011^{m}) et Concors (780^{m}) sont les points culminants. J'ai étudié ces montagnes, avec les collines et les petites plaines qui leur sont subordonnées ; au N. E., j'y ai joint encore la région dont Lingouste (605^{m}) forme le sommet et qui se rattache intimement à la précédente au point de vue géologique.

Le squelette de la région est formé par les terrains jurassique et néocomien ; le recouvrement est dû aux termes moyen et supérieur de la longue série lacustre qui commence à la base des lignites de Fuveau et se termine à peu près avec les couches éocènes à *Strophostoma lapicida* et *Planorbis pseudo-ammonius* du Montaiguet, — au terrain à gypse, — au Miocène marin (molasse) et lacustre, — à quelques dépôts caillouteux supérieurs.

Quelques cargneules paraissent représenter le Keuper. A Rians on exploite même du gypse dans les marnes grises de cet étage.

La zone à *Avicula contorta* offre, dans des couches de calcaire gris bien stratifié, le cortége nombreux de ses Avicules et autres Lamellibranches (Montmajor près Rians, environs de Vauvenargues) :

Saurichthys acuminatus, Ag.,
Trigonia (Myophoria) postera, Quenst., *Der Jura*, pl. I, fig. 2-6,
Avicula contorta, Portl.,
Gervillia inflata, Schafh.,
Modiola psilonoti, Quenst., *op. cit.*, pl. I, fig. 13,
M. minuta, Quenst., *op. cit.*, pl. I, fig. 1,
Plicatula intusstriata, Emm., *in* Dumortier, *Études paléontologiques sur les dépôts jurassiques du bassin du Rhône*, 1re part., pl. I, fig. 13-16,
P. Archiaci, Stopp.

Au-dessus je n'ai vu aucun fossile qui rappelât les zones à *Ammo-*

nites planorbis et à *A. angulatus*, mais seulement une cinquantaine de mètres de calcaires siliceux, gris-cendrés, et de dolomies, au-dessus desquels se montre, aux portes mêmes d'Aix, une longue série de calcaires durs, sombres, souvent très-siliceux. Les premières couches de ces calcaires renferment les fossiles de la zone à *A. oxynotus*, dont nous pouvons, avec M. Hébert, faire la base du Lias moyen; d'autres géologues (Dumortier, etc.) réunissent ces couches au Lias inférieur, dont elles constituent alors la partie supérieure.

Ici la Gryphée arquée typique n'existe pas; mais diverses formes qui en Bourgogne accompagnent celle-là et celles qui appartiennent plus spécialement à la zone à *A. oxynotus* se rencontrent dans nos calcaires. Ce sont des formes plus ou moins évasées en avant, à crochet volumineux ou étroit, avec un sillon latéral faiblement marqué, à valve supérieure légèrement concave. Certains échantillons se rapportent aux figures suivantes :

Gryphœa cymbium, var. *elongata*, *in* Goldf., pl. LXXXIV, fig. 4*b* (= *G. gigantea*, var. *elongata*, *in* Hébert, *Bull. Soc. géol. Fr.*, 2e sér., t. XIII. p. 213; 1856; et t. XV, p. 698; 1858);

? *G. cymbium*, var. *ventricosa*, *in* Goldf., pl. LXXXIV, fig. 3*c* (= *G. Macculochi*, *in* Hébert, *loc. cit.*);

G. obliquata, *in* Rozet, *Bull. Soc. géol.*, 1re sér., t. XIII, pl. IV, fig. 3 (= *G. arcuata*, var. *obliquata*, *in* Hébert, *loc. cit.*).

Rozet *(loc. cit.)* dit que c'est la *G. obliquata*, Sow., qui caractérise le Lias de la Provence.

On trouve avec ces Gryphées :

Serpula quinquesulcata, Goldf., *in* Dumort.,
Ammonites planicosta, Sow., *in* Dumortier, 2e part., pl. XXV, fig. 12, *non* d'Orb.,
A. Conybeari, Sow., *in* d'Orb.,
A. lacunatus, Buchm., *in* Dumortier, Quenst.,
A. Salisburgensis, von Hauer,
A. Nodotianus, d'Orb.,
A. Jamesoni, Sow., *in* Quenst.,
Pholadomya Idea, var. *Fraasi*, Opp., *in* Moesch, *Monographie der Pholadomyen*, pl. IV, fig. 2 et 4,
Lucina (Mactromya) liasina, Ag. sp., *in* Dumortier, 2e partie, pl. XIX, fig. 4,
Terebratula subnumismalis, Dav. (D.) (1),
T. Jauberti, Desl.

(1) Je dois à l'obligeance de MM. Deslongchamps et Cotteau la détermination de mes Brachiopodes et de mes Échinides : lorsque leurs initiales se rencontrent entre parenthèses, c'est pour indiquer cette origine des noms que je cite. Pour les autres fossiles, que j'ai étudiés moi-même, j'ai cru indispensable de ne pas me borner à les désigner par un nom. Souvent je n'ai pu remonter à la figure et à la description originales; j'ai dû indiquer à quelle source j'ai puisé, attendu

Un peu plus haut :

Belemnites acutus, Miller,
Pholadomya Idea, d'Orb., var. *cycloïdes* et autres variétés, *in* Moesch, pl. IV, fig. 3,
P. fortunata, Dum., 2e part., pl. XV, fig. 5 et 6,
P. ambigua, Sow., *in* Moesch, pl. V, fig. 2, et pl. VI, fig. 1,
Terebratula Sarthacensis, d'Orb. (D.),
T. subnumismalis, Dav. (D.),
T. cornuta, Sow. (D.),
T. subovoides, Rœmer (D.),
Rhynchonella tetraedra, Sow., variété à plis aigus (D.).

Soit à ce niveau, soit au précédent :

Mytilus Morrisi, Opp., *in* Dumort.?,
Pecten textorius, Schl., *in* Goldf., pl. LXXXIX, fig. 9; Dumort., 2e part., pl. XIII, fig. 1,
P. priscus, Schl., *in* Dumort., 2e part., pl. XLVIII, fig. 4,
Ostrea irregularis, Munst., *in* Goldf., Chapuis et Dewalque, Dumort.,
Terebratula indentata, Sow. (D.),
Pentacrinus tuberculatus ?

Plus haut les calcaires sont sans fossiles; puis la série se termine par des couches qui contiennent :

*Belemnites elongatus,*Miller, *in* Phillips, *Monographie,* pl. VII,
B. breviformis, Voltz, *in* Phill., variétés atténuées et obtuses,
B. niger, List., *in* d'Orb., (= *B. paxillosus,* Voltz),
B. umbilicatus, Blainv., etc.,
B. virgatus, Mayer, *Journ. Conch.*, 1863, *in* Dumort.,
B. apicicurvatus, Blainv., Dumort., Phill.,
B. Araris, Dumort.,
Ammonites Normannianus, d'Orb.,
A. fimbriatus, Sow.,
A. Kurrianus, Opp.,
A. Fieldingi, Reynès,
A. Bechei, Sow., *in* d'Orb.,
A. margaritatus, Montf., de petite taille,
Terebratula punctata, Sow., petite variété (D.).
Spiriferina Hartmanni, Ziet. (D.),
S. pinguis, Ziet. (D.),

que *sous un même nom des auteurs différents désignent des formes souvent fort diverses.* D'ailleurs, d'une manière générale, lorsqu'une figure donne une idée suffisante d'un de mes échantillons, je m'en sers et je la vise, ainsi que le texte qui la complète, *dans l'auteur* où elle se trouve : elle peut représenter une variété qui se rapporte mieux à mon échantillon que la figure typique, ou même une espèce distincte de celle pour laquelle le nom qu'elle porte avait été créé. L'ouvrage auquel je renvoie exclusivement est alors désigné avec la préposition *in.* Je n'ai laissé subsister que pour mémoire le nom de l'auteur qui a fondé le nom spécifique.

Rhynchonella variabilis, Schl. (D.),
R. Boscensis, Reynès (D.).

Des schistes marneux, gris, succèdent brusquement aux calcaires; ils sont très-pauvres en fossiles: j'y ai seulement recueilli un *Ammonites margaritatus* de grande taille. Dans le haut ces schistes passent d'une manière graduelle à de nouveaux calcaires roussâtres ou gris, souvent très-chargés de silex. La *Terebratula punctata* (D.), variété de grande taille, à crochet robuste, à trou largement ouvert, se trouve en abondance dans les lits de passage entre les deux zones. Ces lits et les calcaires contiennent :

Belemnites apicicurvatus, Blainv., pl. II, fig. 6 et 6*a*, Dumort.. Phill.,
B. breviformis amalthei, Quenst., *Ceph.*, pl. XXIV, fig. 21,
B. *id.*, Quenst., *Ceph.*, pl. XXIV, fig. 23,
B. elongatus, Miller, *in* Phill.,
Ammonites spinatus, Brug., *in* d'Orb.,
A. Algovianus, Opp.,
A. Boscensis, Reynès,
A. Actæon, *in* Hauer, *non* d'Orb.,
Pleurotomaria amalthei, Quenst., *Jura*,
Arca secans, Dumort., 3e part., pl. XXXIII, fig. 2,
Pholadomya Rœmeri, Ag., *in* Chapuis, pl. X, fig. 4,
Mytilus scalprum, Goldf., pl. CXXX, fig. 9,
M. decoratus, Münster, *in* Goldf.,
Pinna inflata, Chap. et Dew.,
Pecten æquivalvis, Sow., Dumort.,
P. strionatis, Quenst., *Jura*, pl. XXIII, fig. 2, Dumort.,
P. textorius, Schl., *in* Dumort., 3e part.,
Ostrea sportella, Dumort..
Harpax lævigatus; d'Orb. sp., *in* Dumort.,
Terebratula subpunctata, Dav., *in Pal. fr.*,
Rhynchonella tetraedra, Sow. (D.), var. à forme arrondie.
R. variabilis, Schl. (D.),
Cidaris amalthei, Quenst., *Jura*, Dumort.,
Pentacrinus punctiferus, Quenst., *Jura*, pl. LXXXIX, fig. 53-55.
P. scalaris, Goldf.,
Tisoa siphonalis, M. de Serres, dans le haut des marnes.

Le Lias supérieur est représenté par des marnes schisteuses, noires, grenues, qui commencent assez brusquement au-dessus des calcaires précédents, mais qui dans le haut passent graduellement aux calcaires en petits bancs, mêlés de lits marneux, qui constituent l'Oolithe inférieure.

Le Lias supérieur contient :

Belemnites tripartitus sulcatus, Quenst., *Ceph.*, pl. XXVI. fig. 16 et 23.
Ammonites serpentinus, Reinecke,

A. bifrons, Brug.,
A. Levisoni, Simps., *in* Dumort.,
A. annulatus, Sow., *in* d'Orb.,
A. Aalensis, Ziet., *in* Dumort. (= *A. candidus*, d'Orb.),
A. mactra, Dumort., 4e part., pl. L, fig. 4 et 5 (= *A. Aalensis*, *in* Quenst., *Jura*, pl. XL, fig. 12),
Mactromya Bollensis, Quenst., *Jura*, pl. XXXVII, fig. 14.

Les calcaires de l'Oolithe inférieure renferment :

Belemnites cf. *B. canaliculatus*, Schl., *in* d'Orb., comprimé et non déprimé comme la figure de d'Orbigny,
B. Blainvillei, Voltz, d'Orb.,
B. longus, Voltz, pl. III, fig. 1 (*B. giganteus in* d'Orb.),
Ammonites Braikenridgii, Sow., d'Orb.,
A. Humpryesianus, Sow., *in* Ziet., pl. LXVII, fig. 2,
A. Garantianus, d'Orb.,
A. cf. *A. Blagdeni*, Sow., *in* d'Orb.,
A. Brocchii, Sow.,
A. subradiatus, Sow., *in* d'Orb.,
A. Caumonti, d'Orb.,
A. Niortensis, d'Orb. (= *A. Parkinsoni bifurcatus*, Quenst., *Ceph.*, pl. XI, fig. 11),
Cancellophycus scoparius, Thioll. sp., *in Pal. fr.*

Les calcaires marneux à *Ammonites tripartitus* ressemblent tout à fait, par leur aspect et par leur faune, à ceux des environs de Castellanne (Basses-Alpes). Les Ammonites y sont très-nombreuses; des Spongiaires, de rares Bélemnites et Brachiopodes les accompagnent :

Ammonites tripartitus, Rasp., d'Orb.,
A. Parkinsoni, Sow., *in* d'Orb.,
A. linguiferus, d'Orb.,
A. polymorphus, d'Orb.,
A. aspidoïdes, Opp.,
A. procerus, Seebach, *Hannov. Jura*, pl. X, fig. 2,
A. oolithicus, d'Orb.,
A. quercinus, Terq. et Jourdy,
A. zigzag, d'Orb. (= *A. euryodos*, Quenst., *Jura*, pl. LXIII, fig. 20 et 21),
A. Martiusi, d'Orb.,
A. arbustigerus, d'Orb.,
A. Eudesianus, d'Orb.,
A. Kudernatschi, Hauer, Ooster,
A. subobtusus, Küdern., Oost.,
A. gracilis, Morr. et Lyc.,
A. Demidoffi, Rouss., d'après le Musée de Marseille,
A. adeloides, Küdern.,
Belemnites Jacquoti, Terq. et Jourdy,
Neritopsis Baugieriana, d'Orb.,
Lima punctata, Sow., Morr. et Lyc.,
Nautilus,

Rhynchoteuthis Fischeri, Oost.,
Trochus ?,
Rhynchonella controversa, Opp.? (D.),
R. voisines de *R. trigona* et de *R. triplicosa* (D.),
Cancellophycus Marioni, Sap.

Cette série est couronnée dans la vallée de Vauvenargues par quelques bancs de calcaires gris, très-durs, sans fossiles.

Au-dessus commence une puissante série de marnes grises, schisteuses, à petites Ammonites ferrugineuses (vallée de Vauvenargues et jusqu'à Rians). On peut y remarquer divers niveaux :

(a) *Ammonites contrarius*, d'Orb.,
Belemnites Bessinus, d'Orb.?;
(b) *Serpula planorbiformis*, Goldf., *in* Quenst.,
Belemnites Sauvanausus, d'Orb., var. très-déprimée,
B. Privasensis, Mayer, *Journ. Conch.*, t. XIV, p. 366, Dumort., *Ardèche*,
Ancyloceras,
Ammonites macrocephalus, d'Orb.,
A. subdiscus, d'Orb.,
A. anceps, *in* d'Orb.,
Terebratula,
Rhynchonella personata, v. Buch, *in* Dumort., *Ardèche*,
Nucula ;
(c) *Belemnites Sauvanausus*, d'Orb.,
B. hastatus, Blainv., *in* d'Orb.,
Ammonites Lamberti, Sow.;
(d) Calcaire marneux ; les Ammonites y sont représentées par des moules calcaires :
A. anceps, *in* d'Orb. (*non* Reinecke, = *A. ellipticus*, Rein., selon Reynès),
A. Backeriæ, Sow., *in* d'Orb.,
A. Zignodianus, d'Orb.,
A. Hommairei, d'Orb.,
A. hecticus, Rein.,
A. lunula, Rein.;
Vers le même niveau, à Montmajor près Rians :
Terebratula Wilsensis, Opp. (D.),
Rhynchonella Wilsensis, Opp. (D).;
(e) *Ammonites tortisulcatus*, d'Orb.,
A. cf. *A. flexuosus inflatus*, Quenst., *Jura*.

On trouve encore dans les couches *b, c, d* et *e*, les fossiles suivants pour lesquels je ne distinguerai pas les niveaux :

Belemnites semihastatus depressus, Quenst., *Ceph.*, pl. XXIX, fig. 14-16,
B. ænigmaticus, d'Orb.,
Rhynchoteuthis Brunneri, Oost., *Catalogue* (1857),
R. Oosteri,
R. Studeri, Oost.,
Aptychus hectici, Quenst., *Ceph.*,

A. obliquus, Quenst., *Ceph.*,
A. lamellosus, Park., *in* Quenst.,
Ammonites Duncani, Sow., *in* d'Orb.

(f) Zone de l'*Ammonites cordatus*, avec nodules calcaires :

Oxyrrhina ornati, Quenst.,
Belemnites hastatus, Blainv. (qui a fait son apparition dans les marnes précédentes),
B. Sauvanausus, d'Orb. (nous avons signalé une variété très-déprimée comme caractéristique de la couche à *Ammonites macrocephalus;* la variété claviforme se rencontre dans les couches *b, c, d* et *e;* dans la couche *f*, c'est plutôt une variété subcylindrique),
Nautilus aganiticus, Schloth., *in* Quenst.,
Ammonites cordatus, Sow. (auct.), diverses variétés,
A. Lalandeanus, d'Orb.,
A. Arduennensis, d'Orb.,
A. crenatus, Brug., *in* d'Orb.,
A. perarmatus, Auct. (Sow.?),
A. Goliathus, d'Orb.,
A. Lucingæ, E. Favre,
A. sulciferus, Opp.,
A. Rauracus, Mayer,
A. Christoli, Beaud., Opp., *Pal. Mitth.*, p. 320,
A. Henrici, d'Orb.,
A. Eugenii, Rasp., *in* d'Orb.,
A. Edwardsianus, d'Orb.,
A. Erato, d'Orb.,
Très-rares Ammonites du groupe des *flexuosi*,
Aptychus obliquus, Quenst., *Ceph.?*,
A. pulvinatus, Quenst., *Jura?*,
A. curvatus, Giebel sp., *in* Ooster,
Lima argillacea, Lycett, *in* Phill.,
Terebratula nucleata, Schl. (D.),
Rhynchonella sparsicosta, Opp. (D.), var. de petite taille,
Collyrites Voltzi, Desor (exemplaire se rapprochant du *C. Verneuili* par la disposition de ses aires ambulacraires postérieures très-éloignées du périprocte) (C.),
Pseudodiadema priscum, Desor (C.),
P. Langi (C.),
Pleurodiadema Stutzi, de Loriol (C.),
Cidaris Blumenbachi, Goldf. ? (radioles) (C.),
C. læviuscula, Ag., type et var. à zone miliaire très-large (C.),
C. spinosa, Ag. (C.),
Pentacrinus subteres, Goldf., Quenst.,
P. moniliferus, Goldf.,
P. pentagonalis, Goldf.,
Eugeniacrinus Hoferi, Goldf., Quenst.

Près de Rians (Simiane, Montmajor), un banc noduleux, rougeâtre, développé dans la partie supérieure des marnes, au-dessus des horizons précédents, contient la faune suivante :

Belemnites hastatus, Bl.,
B. Didayanus, d'Orb.,
B. Coquandi, d'Orb. (cette espèce est annoncée dans les couches précédentes par des échantillons très-peu renflés; elle ne montre ses caractères d'une manière bien tranchée qu'à ce niveau-ci),
B. Dyonisii, E. Fav.,
Ammonites tenuiserratus, Opp.,
A. microdomus, Opp.,
A. Gessneri, Opp.,
A. flexuosus costatus, Quenst.,
A. Holbeini, Opp., var.,
A. Bachianus, Opp. (= *A. oculatus*, Phill.?),
A. Erato, d'Orb., pl. CCI, fig. 3 et 4,
A. Martelli, Opp.?,
A. Randenensis, Moesch, *in* E. Favre,
Pecten Pilatensis, E. Fav.

A environ 1 mètre plus haut commence une alternance de petits bancs calcaires gris, mouchetés, et de marnes grumeleuses, caractérisés par :

Belemnites Voironensis, E. Fav.,
B. Didayanus, d'Orb.,
Ammonites Arolicus, Opp.,
A. alternans, v. Buch,
A. transversarius, Quenst.,
A. Œgir, Opp.,
A. Erato, d'Orb.,
A. stenorrhynchus, Opp.,
A. flexuosus costatus, Quenst.,
A. flexuosus nudus, Quenst.,
A. subclausus, Opp.,
A. crenatus, Brug., *in* d'Orb., grand, à grand ombilic (*A. Dionysii*, Mayer, moins la saillie des éperons),
A. Pichleri, Opp.,
Ammonites intermédiaire entre *A. callicerus*, Opp., et *A. Frotho*, Opp.,
A. hypselus, Opp.,
A. clambus, Opp.,
A. cf. *A. Schwabi*, Opp., et *A. clambus*, Opp.,
A. Navillei, E. Fav.,
A. biplex β, Quenst., *Ceph.*, pl. XII, fig. 6,
A. Pralairei, E. Fav.,
A. mediterraneus, Neumayr, *in* E. Fav.,
A. tortisulcatus, d'Orb.,
A. microdomus, Opp.,
Aptychus longus, Meyer, *in* Quenst., *Ceph.?*,
A. crassicauda, Quenst., *Ceph.*,
A. lamellosus, Park., *in* Quenst.,
Pholadomya acuminata, Hartm., *in* Moesch (= *P. clathrata*, *in* Quenst.),
P. Escheri, Ag., *in* Moesch,

Rhynchonella lacunosa sparsicosta, Quenst., *Jura* (= *R. sparsicosta,* Opp.) (D.), de grande taille,
Collyrites Voltzi, Desor (C.),
Cidaris alpina, Cott. (d'après un échantillon communiqué à M. Cotteau par M. Gauthier et dont j'ignore le niveau précis),
C. læviuscula, Ag. (C.),
Pachyclypeus semiglobus, Ag. (C.).

Sur certains points on ne peut guère distinguer ces deux niveaux, et les calcaires en petits bancs alternés de marnes commencent aussitôt après la zone de l'*Ammonites cordatus.* A mesure qu'on s'élève au milieu de ces calcaires, l'élément marneux devient plus rare et finit par manquer complétement. Les calcaires cessent d'être mouchetés, sont d'un gris uniforme, à pâte lithographique. On y trouve en petit nombre :

Ammonites Silenus, Font.,
A. Lothari, Opp.,
A. compsus, Opp.,
A. Garnieri, Font.?,
A. lictor, Font.?

C'est la zone dite de l'*Ammonites polyplocus.*

Au-dessus viennent généralement des dolomies, puis des calcaires blancs, coralligènes, contenant *Terebratula insignis,* divers Coraux, des Nérinées. Plus souvent, au lieu des calcaires blancs, quelques bancs de calcaire gris pur très-clair, compacte, fragile, absolument privé d'argile, surmontent la dolomie; quelquefois ces calcaires sont un peu fissiles. Ensuite on observe que la couleur grise, tout en restant très-claire, prend une teinte légèrement jaunâtre, que la pâte devient moins fine et un peu marneuse. Les fossiles font défaut depuis la zone de l'*Ammonites polyplocus.* Le premier que nous rencontrons dans ces nouveaux calcaires appartient au Néocomien inférieur : c'est un *Ammonites* très-voisin de l'*A. Calisto,* d'Orb.

Les couches deviennent de plus en plus marneuses et plus blanches; elles renferment alors à Meyrargues :

Ammonites Malbosi, Pict.,
A. Boissieri, Pict.,
A. sinuosus, d'Orb.,
A. occitanicus, Pict.,
A. Astierianus, d'Orb.,
A. semisulcatus, d'Orb.,
Belemnites subfusiformis, Rasp., *in* d'Orb.,
B. conicus, Bl., pl. V, fig. 4,
Hinnites Euthymei, Pict.,
Arca securis, d'Orb.,
Terebratulina biauriculata, d'Orb.,
Terebratula pseudojurensis, Leym., *in* d'Orb.,
T. hippopus, Rœm., *in* d'Orb.,
T. Moutoniana, d'Orb.,
T. Gratianopolitensis, Pict.,
Dysaster ovulum, Ag.,
D. subelongatus, d'Orb.

Plus haut arrive (Ginasservis, Peyrolles) une faune de Lamellibran-

ches, de Térébratules et d'Oursins, à laquelle sont parfois associées des Ammonites (Esparron-du-Verdon) :

Ammonites Grasianus, d'Orb.,
A. Leopoldinus, d'Orb.,
A. radiatus, Brug., d'Orb.,
A. Astierianus, d'Orb.,
Natica Hugardiana, d'Orb.,
Pholadomya elongata, d'Orb.,
Lutraria Christoliana, Math.,
L. Pareti, Math.,
Panopæa obliqua, d'Orb.,
Trigonia harpa, Leym.,
Trigonia caudata, Ag., *in* d'Orb.,
Perna alæformis,
P. Mulleti, Desh.,
Gervillia anceps, Desh.,
Janira atava, d'Orb.,
Pecten Carteronianus, d'Orb.,
P. Cottaldinus, d'Orb.,
Terebratula prælonga,
Echinospatangus granosus, Cott. (C.),
E. cordiformis, Breyn., *in* d'Orb.

Sur le revers nord de Concors, entre cette faune et la série jurassique, manque la faune d'Ammonites de Berrias.

Maintenant que nous avons terminé cette énumération des termes de la série secondaire d'origine marine, revenons en arrière pour nous rendre compte, d'une manière générale et autant qu'il se pourra, des conditions dans lesquelles se sont effectués ces dépôts.

Il semble qu'après la formation de l'Infrà-lias le sol ait subi un mouvement dont un effet aurait été d'émerger toute la surface comprise dans notre cadre d'études, ou tout au moins de la mettre d'une manière quelconque dans des conditions où elle ne pût recevoir de dépôts. Ainsi, au N. E. de Rians, les dépôts manquent depuis l'Infrà-lias jusqu'à la Grande Oolithe. Mais à partir de cette surface, si on va au sud-ouest en se rapprochant d'Aix, où la série est le mieux développée, on rencontre successivement, dans l'ordre inverse de leur ancienneté, les divers étages. Ainsi, le Lias inférieur paraît manquer partout; le Lias moyen est bien développé dans la partie ouest ; le Lias supérieur s'avance un peu plus à l'est, jusqu'au hameau de Claps ; l'Oolithe inférieure couvre une surface plus grande encore, s'étendant jusqu'à Rians, Les Bellons, Esparron-de-Palières, où elle repose sur l'Infrà-lias ; enfin l'Oxfordien couvre tout.

Il paraît y avoir eu affaissement et envahissement graduel, par les sédiments, de la surface jusque-là préservée, dont le pôle était au nord-est de Rians. Ce point une fois recouvert lui-même à l'époque de la Grande Oolithe, le mouvement a continué dans le même sens. Les sédiments devenus de plus en plus fins, de plus en plus uniformes sur d'immenses étendues (Languedoc, Provence, Suisse et au-delà), la prédominance exclusive des Ammonites, même la très-grande rareté et parfois l'absence des fossiles, tout dénote une mer profonde et relativement éloignée du rivage.

L'ensemble des Brachiopodes et des Échinodermes a suivi, dans le

pays que nous décrivons, une marche parallèle à l'avancement des sédiments : ils se sont transportés dans chaque étage près de la limite des dépôts, pour disparaître de la région après les couches à *Ammonites transversarius* et *A. Arolicus,* lorsqu'une assez grande profondeur d'eau eût recouvert notre sol tout entier (1).

Un mouvement inverse paraît avoir commencé un peu avant le dépôt de la faune de Berrias, déterminant la formation de sédiments plus grossiers et un peu moins uniformes, amenant ensuite le remplacement d'une faune de Céphalopodes par une faune où les Lamellibranches jouent de beaucoup le principal rôle. Enfin il a abouti à l'émersion totale de notre sol, aucun dépôt marin ne se montrant au-dessus du Néocomien.

La mer ne s'était pas retirée loin au sud, puisqu'elle accumula ses dépôts pendant le reste de l'époque crétacée sur les parties méridionales des Bouches-du-Rhône et du Var. Mais on sait, grâce aux travaux de M. Matheron, que, vers la fin de cette époque, de nouveaux mouvements convertirent la portion qui baignait notre pays en lagunes saumâtres, et finalement en une nappe d'eau douce où se formèrent les lignites de Fuveau. Cette nappe s'étendit au nord, à l'époque où commencèrent à se déposer les couches de Velaux (2) et de la fabrique de soude de Saint-Paul, qui supportent les couches plus connues de Rognac ou Garumnien lacustre de M. Leymerie. Une longue série de couches lacustres, qui commence à ce moment, forme la plaine et les collines entre Sainte-Victoire et l'Arc, et se développe à peu près identique de l'autre côté de la montagne, dans la plaine de Rians.

Il ne faudrait pas croire que les montagnes actuelles fussent parfaitement découvertes à cette époque. Des lambeaux témoins, pris dans des plis ou des failles et ainsi protégés contre l'érosion, ont subsisté au milieu des masses secondaires qui séparent ces deux bassins. L'un est au Puits de Rians, un autre au Bas-Vacon, un troisième au passage à niveau de Lameinaud près Meyrargues. Ces témoins prouvent que de grandes surfaces aujourd'hui dépourvues de dépôts ont été recouvertes autrefois. Ils font présumer la continuité entre les formations de cet âge que nous trouvons réparties sur tout notre littoral méditerranéen avec des caractères identiques, dans le Var, les Bouches-du-Rhône, Vaucluse, l'Hérault, l'Aude, jusqu'en Espagne. Une immense nappe d'eau paraît avoir couvert toute la région.

(1) J'ai précédemment fait ressortir que de l'autre côté du Rhône, l'Hérault a été soumis à des mouvements parallèles à ceux-là *(Bull. Soc. géol.,* 3e sér., t. III, p. 389).

(2) Voir les travaux de M. Matheron, notamment dans le compte-rendu de la réunion de la Société géologique à Marseille en 1864.

Aux points précités pour les dépôts lacustres, ajoutons comme étant encore dans notre voisinage : un lambeau de calcaire blanc reposant sur le Néocomien le long du chemin de fer entre Pertuis et Mirabeau, les environs de la Roque-d'Antheron et d'Alleins, les deux versants des Alpines.

La succession des couches est la suivante, de bas en haut :

Au sud de Sainte-Victoire.	*Au nord de Sainte-Victoire.*
1. Calcaire marneux de Pourrières et d'Ollièves (Var). *Unio Cuvieri*, Math., *Cyclostoma n. sp.*, *Lychnus* (petite espèce). 2. Grès et marnes rouges de Pourrières.	Poudingue calcaire. Grès, marnes bigarrées, ensemble de couleur terne, de Saint-Charles près Jouques. *Flabellaria longirachis*, Unger, *Iconographia Plant. fossil.*, pl. VIII et pl. IX, fig. 1.
3. Calcaire de Rousset. *Lychnus*, *Auricula n. sp.*, *Ampullaria Galloprovincialis*, Math.	Calcaire de La Lauvière, des Roques. *Cyclostoma Baylei*, Math., *Pupa antiqua*, Math., *Paludina Beaumontiana*, Math.
Espèces communes : *Cyclostoma bulimoides*, Math., *C. disjunctum*, Math., *Pupa patula*, Math., *Bulimus Salernensis*, Math.	
4. Marnes rouges du Cengle, remplacées par la brèche dite du Tholonet, le long de Sainte-Victoire (entre le Tholonet et Genty). Intercalation de lits calcaires : 1° barre de la Galante, du château de Meyreuil ; 2° barre de Saint-Marc-la-Morée, se continuant sur Meyreuil. 5. Barres calcaires du Cengle et de Langesse, calcaire du Montaiguet.	Marnes rouges et brèches fleuries de la plaine de Rians. Calcaire du quartier de Mira et des Toulons au nord-ouest de Rians. Marne rouge de Pigoudet. Calcaire du mamelon qui domine les Toulons à l'est.
6. Marnes rouges sur le Cengle et calcaires gris, avec silex blancs, couronnant le Cengle. Calcaire supérieur du Montaiguet à *Strophostoma lapicida*, *Lymnea Aquensis*, Math., *Bulimus Hopei*, *Planorbis pseudorotundatus*, Math. 7. Calcaire blanc de Cuques.	

Le grès n° 2 a été formé aux dépens des roches des Maures de l'Estérel : on y trouve entr'autres les eurites quartzifères lie de vin si caractéristiques de l'Estérel. Ces fragments sont surtout reconnaissables si on s'avance vers l'est, par exemple à Aups ; car le grès se mêle de lits de cailloux. De cette augmentation du volume des éléments vers l'est, M. Matheron avait déjà conclu que pendant cette époque des rivières devaient venir de cette direction.

Le *Flabellaria longirachis*, que j'ai découvert dans les grès n° 2 des environs de Rians, et dont je dois la détermination à M. le comte de Saporta, a déjà laissé ses feuilles dans les lignites de Fuveau; c'est le plus ancien Palmier trouvé en France. Le type est du terrain crétacé supérieur de Muthmansdorf (Autriche).

Le calcaire n° 3 n'est autre chose que l'étage de Rognac et des Dentelles de Vallemagne.

Les ridements de la croûte terrestre paraissent n'avoir pas eu une bien grande intensité jusqu'après l'époque que nous terminons. Ces dépôts lacustres sont en effet très-peu discordants par leur inclinaison avec les dépôts marins antérieurs. Au pied de Concors on voit les calcaires lacustres relevés jusqu'à la verticale, tout comme les calcaires néocomiens auxquels ils sont adossés, les uns et les autres étant coupés transgressivement par la molasse marine presque horizontale. Celle-ci d'ailleurs n'a pas des allures très-différentes de celles du terrain à gypse ou sextien.

De là il suit que le mouvement qui a le plus accusé les courbures des couches et leurs fractures a eu lieu entre la fin de la série lacustre précédente et le début de l'époque des gypses. La discordance est complète entre les deux terrains : le Sextien repose plus souvent sur le Néocomien que sur les dépôts lacustres antérieurs, et quand ce dernier cas se réalise, c'est avec une inclinaison tout différente : dans son ensemble il est moins accidenté qu'eux. M. Matheron a fait remarquer que les dépôts détritiques qui se trouvent à la base du terrain à gypse contiennent des fragments roulés des calcaires lacustres précédents. J'ai rencontré particulièrement celui du Montaiguet en grand nombre et bien reconnaissable aux abords de la ville du côté du sud.

La commotion qui a si fortement marqué la séparation des deux régimes en Provence a eu son retentissement dans l'Hérault. On sait que là aussi les dépôts détritiques qui succèdent aux calcaires à Strophostomes, et qui sont marqués L_1 sur la *Carte géologique de l'Hérault* de M. de Rouville, contiennent des cailloux roulés du terrain lacustre précédent.

Je rappelle, pour mémoire, que c'est vers la base du terrain sextien qu'existe cette flore si riche dont les patientes recherches de notre éminent paléontologiste, le comte G. de Saporta, ont révélé les affinités. Elle y est accompagnée d'Insectes que M. Oustalet a décrits dans un travail plus récent, et de quelques Poissons d'eau douce ou saumâtre. Des sources profondes ont mêlé aux dépôts de ce lac le Gypse dont les cristaux forment plusieurs bancs dans la partie Sud-Est du bassin, la *Célestine* que j'y ai découverte en rares échantillons cristallisés, la silice qui forme des plaques et de petits lits de Silex pyromaque brun

translucide. On voit par ce nouvel exemple que le sulfate de strontiane est un vrai satellite de celui de chaux.

Après le dépôt du terrain à gypse, un grand mouvement d'ensemble fit passer les environs d'Aix sous la mer, en même temps qu'une partie des départements voisins. La charpente géologique du pays était à peu près constituée : les grands reliefs étaient assez semblables à ce qu'ils sont aujourd'hui, et Sainte-Victoire, Concors, Langouste, saillaient hors des eaux. Nous trouvons en abondance à leurs pieds les coquilles de Gastéropodes qui vivaient sur ces terres *(Helix, Cyclostoma, Glandina);* elles remplissent les grès calcaires marins, jaunes ou rougeâtres, de Jouques, de Peyrolles, d'Aix. En même temps, dans des endroits plus tranquilles, des marnes figulines compactes se déposaient avec des Huîtres (la Rotonde d'Aix, La Calade).

La surface du sol paraît être à peu près ce qu'elle fut au fond de la mer miocène, à part les profondes trouées qu'ont faites les érosions. Les divers lambeaux sont à peu près horizontaux et n'ont guère d'autre pente que celle qu'ils pouvaient prendre naturellement en se déposant sur un fond incliné. L'œil raccorde facilement les lambeaux disjoints par l'érosion. Certains dépôts voisins sont à des altitudes assez différentes, mais cela vient de ce qu'originairement les deux plans légèrement inclinés qui ont reçu les dépôts étaient aussi séparés par une pente brusque. Lorsqu'on se place vers une altitude de 300 mètres et qu'on regarde autour de soi, on est frappé de l'apparence de plateaux avec bords taillés en pente rapide, que présentent beaucoup de collines jusqu'un peu au-delà de cette altitude. Cette apparence contraste avec les crêtes déchiquetées, les croupes arrondies des hautes collines. Cette forme est indépendante de la direction des couches : à la formation d'un même plateau concourent souvent à la fois des couches horizontales et tout à côté des couches verticales. Je ne puis trouver ailleurs que dans l'action des flots miocènes la cause qui a arasé ces plateaux, bien que la plupart soient aujourd'hui dépourvus de molasse. Ces terrasses occupent, de même que nous le remarquions ci-dessus pour les dépôts de molasse, des niveaux un peu divers, selon la hauteur primitive des massifs dont l'arasement leur a donné naissance.

Je ne veux pas dire que la molasse n'ait subi aucune dislocation dans le département. J'ai vérifié à Aureille, à l'ouest de Venelle, la verticalité de la molasse signalée par M. Matheron au nord de Pélissanne.

Après le retrait de la mer miocène, les dépressions restèrent couvertes d'eau, mais ces eaux, qui devaient avoir un écoulement vers la mer, ne tardèrent pas à devenir douces, et alors se formèrent les cal-

caires compactes qui couvrent le plateau de Bèdes au-dessus de Jouques, les travertins de La Tour et de Saint-Antonin dans la plaine de Jouques. Ce dépôt se prolongeait jusqu'au pied du Léberon : c'est le calcaire blanc lacustre qu'on rencontre dans toutes les collines de la rive droite de la Durance et notamment sous le limon rougeâtre à *Hipparion* de Cucuron. Les marnes à grands Planorbes et à Lymnées de la Rotonde, à Aix, sont du même âge, ainsi qu'un lambeau de calcaire lacustre supérieur signalé à Lambesc par M. Matheron. Autour de Jouques ces travertins contiennent quelques débris vegétaux, notamment *Bambusa Lugdunensis*, Sap., du Pliocène inférieur de Meximieux.

Au-dessus de ce dépôt lacustre formé dans des eaux parfaitement tranquilles, d'autres fois directement sur la molasse, nous trouvons un dépôt caillouteux jaune, composé principalement de cailloux calcaires, avec quelques quartz vitreux, schistes siliceux, quartzites et très-rares variolites. Celles-ci sont d'ailleurs dans un profond état d'altération. Les parties superficielles de la plupart de ces cailloux, notamment des calcaires siliceux, se sont converties en une patine de terre siliceuse rousse. L'ensemble des caractères rattache ce poudingue à celui qui, en amont de là, de l'autre côté du pertuis de Mirabeau, couvre une grande surface au confluent de la Durance et du Verdon, et qui forme une colonnade imposante sur le village des Mées.

Vers la fin de l'époque miocène, une rivière ayant quelque analogie avec la Durance descendait dans la mer qui couvrait le bas de la vallée actuelle ; j'ai en effet ramassé de petites variolites roulées déjà dans les couches à *Cardita Jouanneti* de Cucuron. Plus tard, les couches lacustres de Cucuron étaient déposées, elles avaient même été assez fortement relevées, lorsque, pendant l'époque pliocène à laquelle paraît appartenir le poudingue des Mées, les eaux descendues des Alpes formèrent un grand lac en amont des rochers de Mirabeau, le défilé n'étant pas encore ouvert. Les eaux se décantaient par-dessus le barrage qu'opposaient les collines secondaires. Graduellement la dépression en avant de Mirabeau a été comblée par les cailloux roulés ; les eaux ont alors coulé sur un plan incliné uni, n'ont plus eu de bassin d'épuration et ont entraîné au-delà tout ce qu'elles roulaient. Elles ont ainsi couvert d'une large nappe de cailloux toute la vallée inférieure de la Durance, suivant une pente qui commence aux rochers de Mirabeau, vers 400 mètres d'altitude, et qui aboutit à 163 mètres, niveau le plus élevé de la Crau, entre Eyguières et Aureille, pour s'étaler plus bas dans cette vaste plaine par-dessus les dépôts à *Ostrea undata*. Dans la vallée, des témoins de cette formation ont été respectés par les érosions ultérieures, sur quelques mamelons autour de Jouques (au N. O. de Bèdes,

N. O. de Notre-Dame-de-Consolation, Pey-de-Durance, les Gardi) et sur le sommet des collines qui bordent la rive droite de la rivière de Pertuis à Lauris. Ceux-ci ont été désignés par M. Scipion Gras sous le nom de terrain lacustre supérieur, ainsi que le poudingue des Mées (1).

La formation de ce poudingue n'implique pas un débit d'eau incomparablement supérieur à celui de la rivière actuelle; mais la vallée n'étant pas creusée et encaissée comme aujourd'hui, le thalweg pouvait se déplacer dans d'assez grandes plaines, et c'est ainsi que les cailloux se sont trouvés éparpillés sur la large surface et à la hauteur où nous les voyons.

A un niveau bien inférieur à celui du poudingue précédent (environ 215^{m} au lieu de 295^{m}, à Peyrolles) en existe un second, dont la composition, de même que l'altitude, est tout différente. Au premier coup d'œil cette formation se distingue de la précédente par sa couleur grise; la surface des cailloux n'y est pas décomposée; les calcaires roulés y sont bien moins nombreux et ce sont les roches siliceuses qui y dominent de beaucoup. Les roches vertes (diorites, euphotides, variolites), les protogines, les grès et poudingues quartzeux mêlés de rose et de vert, caractérisent ce poudingue, de même que les alluvions actuelles de la Durance. On y trouve aussi divers grès et quartzites. Je désignerai cette formation sous le nom d'alluvion ancienne de la Durance. Elle existe à la jonction du fond plat de la vallée actuelle avec le pied des premières collines. Elle se prolonge dans la partie occidentale de la Crau, où elle est bien caractérisée par tout son cortége de roches vertes: elle n'y atteint jamais le niveau élevé du poudingue pliocène.

On voit que cette alluvion s'est formée à la suite du creusement de la vallée.

La Durance pliocène et celle des alluvions anciennes se sont déversées, au moins en partie, dans la mer par le pertuis de Lamanon et par un passage entre Eyguières et Aureille. C'est au voisinage de ces bouches que les cailloux atteignent leurs plus grandes altitudes, formant des cônes de déjection. L'uniformité avec laquelle sont étalés les cailloutis au-dessous de ce point manifeste l'intervention de la mer. Rien n'indique que dans l'exhaussement général qui a reporté la mer plus loin, la surface sur laquelle la Durance coulait ne se soit pas

(1) D'après ce qui précède, on voit que je ne suis pas d'accord avec ce savant, lorsqu'il dit que « les roches du Briançonnais manquent complétement dans le terrain d'eau douce supérieur qui borde la Durance dans les Basses-Alpes et Vaucluse, et nous en avons tiré la conséquence qu'alors cette rivière ne traversait pas le pays *(Descript. géol. du dép. de Vaucluse,* p. 224) ».

élevée parallèlement à elle-même, et que ce mouvement ait eu d'autre effet immédiat que de prolonger le cours de la rivière, en lui conservant une pente proportionnelle. Donc nous ne nous en occuperons pas davantage. Mais, si nous considérons qu'à l'époque pliocène la Durance passait par-dessus le seuil de Mirabeau, c'est-à-dire au moins à 150 mètres plus haut que son cours actuel, nous voyons que la pente par unité de longueur était, dans le bassin inférieur, plus grande qu'aujourd'hui, et la rapidité du courant a eu pour conséquence un creusement du lit à travers les terrains sous-jacents, y compris les calcaires résistants, néocomiens et jurassiques, du barrage de Mirabeau. La vallée s'est approfondie, encaissée dans les roches résistantes, large au milieu des terrains tertiaires plus faciles à désagréger. Les alluvions cessèrent de se former aux altitudes maxima où nous avons vu le poudingue pliocène; leur nature varia par le mélange d'une forte proportion de roches siliceuses du Briançonnais. Les alluvions anciennes que j'ai signalées peu au-dessus du fond de la vallée appartiennent à la dernière partie de cette période. Les termes intermédiaires ne se sont pas conservés, au moins dans la partie qui fait l'objet de mes recherches.

Tout à fait dans le fond de la vallée s'accumulent et se déplacent les alluvions modernes, formées de cailloux incohérents, de la même nature que les cailloux plus cimentés de l'alluvion ancienne. Du sable et du limon y sont mêlés sur les bords. Bien que le cours inférieur de la Durance soit encore torrentiel, le creusement du lit y a diminué la pente : celle-ci a dû se reporter dans les parties supérieures.

C'est à peu près de l'époque des alluvions anciennes de la Durance que datent les tufs quaternaires de Saint-Paul, de Jouques, de Meyrargues, dans la vallée de la Durance, de Saint-Antonin au pied de Sainte-Victoire. Ces tufs, où abonde l'*Helix nemoralis*, à l'exclusion des *H. vermiculata* et *H. aspersa*, aujourd'hui bien plus abondantes que la première espèce dans les mêmes lieux, renferment des plantes. Voici celles que M. de Saporta (1) a recueillies à Meyrargues :

Typha latifolia, L.,
Pinus pumulio, Haenke, rr.,
P. Salzmanni, Dun.,
Quercus pubescens, Wild.,
Ulmus campestris, Sm.,
Celtis australis, L.,
Populus alba, L.,
Laurus Canariensis, Webb,
Hedera helix, L.,
Vitis vinifera, L.,
Cornus sanguinea,
Clematis flammula, L.,
Acer campestre, L.,
Evonymus europæus, L.,
Juglans regia,
Rhus cotinus, L.,
Cercis siliquastrum.

(1) *Congrès scientifique de France*, 33e session, t. I, p. 273; 1866.

E.-F. Vieillard. — Note sur la partie géologique de l'excursion faite à Jobourg, 389.

Dollfus et Vieillard. — Résumé d'un travail sur les terrains crétacés et tertiaires du Cotentin, 441.

— Id., t. IX ; 1874-75.

E. Vieillard et G. Dollfus. — Étude géologique des terrains crétacés et tertiaires du Cotentin, 5.

Crié. — Coup d'œil sur la Flore tertiaire des environs du Mans, 378.

— Id., t. X ; 1875-1876.

Lodin. — Note sur la constitution du massif granitique de Flamanville, 353.

Osmont. — Poissons fossiles de Manosque, 355.

— — Mémoires de la —, t. XVI ; 1869-72.

De Loriol, Royer et Tombeck. — Monographie paléontologique et géologique des étages supérieurs de la formation jurassique du département de la Haute-Marne, 1.

Dijon. Société d'Agriculture et d'Industrie agricole de la Côte-d'Or. Journal d'Agriculture de la Côte-d'Or, publié par la —, t. XXXVIII ; 1876.

Grenoble. Société de Statistique, des Sciences naturelles et des Arts industriels du département de l'Isère. Bulletin de la —, 3e sér., t. V ; 1876.

Saint-Étienne. Société de l'Industrie minérale. Bulletin de la —, 2e sér., t. V, 2e livr. ; 1876.

— — Comptes-rendus mensuels des réunions de la —, mars 1877.

Toulouse. Matériaux pour l'Histoire primitive et naturelle de l'Homme, par M. *Ém. Cartailhac*, 2e sér., t. VIII, 2e livr. ; 1877.

Valenciennes. Société d'Agriculture, Sciences et Arts de l'arrondissement de —. Revue agricole, industrielle, littéraire et artistique, t. XXIX, no 12 ; 1876.

— Id., t. XXX, nos 1 et 2 ; 1877.

Allemagne. Berlin. Akademie der Wissenschaften zu —. Monatsbericht der K. Pr. —, novembre 1876.

— Geologischen Gesellschaft. Zeitschrift der Deutschen —, t. XXVIII, nos 3 et 4 ; 1876.

J. Roth. — Ueber eine neue Berechnung der Quantitäten der Gemengtheile in den Vesuvlaven, 439.

C. Struckmann. — Notiz über das Vorkommen des Serpulits der Oberen Purbeckschichten im Vorort Linden bei Hannover, 445.

A. Halfar. — Notiz über ein neues Vorkommen jüngerer Devonpetrefacten in anscheinend zweifellosem Spiriferen-Sandstein am Oberen Grumbacher Teiche nördlich von Zellerfeld im Hannoverschen Oberharze, 448.

Cl. Schlüter. — Verbreitung der Cephalopoden in der oberen Kreide Norddeutschlands, 457.

J. Lemberg. — Ueber Silicatumwandlungen, 519.

C. Behrens. — An H. W. Dames, 622.

A. Stelzner. — An H. J. Roth, 623.

Fr. Pfaff. — Mont-Blanc Studien, II, 673.

E. Kalkowski. — Das Glimmerschiefergebiet von Zschopau im sächsischen Erzgebirge, 682.

De la Vallée-Poussin et A. Renard. — Ueber die Feldspath-und Hornblende-Gesteine der französischen Ardennen, 750.

Gotha. Mittheilungen aus *J. Perthes'* geographischer Anstalt über wichtige neue Erforschungen auf dem Gesammtgebiete der Geographie, von Dr Petermann, t. XXIII, n°s 2 et 3; 1877.

— Pr. A. E. Nordenskiöld's offizieller Bericht über seine Expedition von Tromsö durch das Karische Meer zum Jenissei, 54.

Leipzig. Naturforschenden Gesellschaft. Sitzungsberichte der —, t. II; 1875.

Credner. — Ueber die Entstehungsweise der granitischen Gänge des sächsischen Granulitgebirges, 3 ; — Ueber das neue Vorkommen von bunten Turmalinen bei Wolkenburg in Sachsen, 49 ; — Ueber nordisches Diluvium in Böhmen, 55 ; — Ueber eine marine Tertiärfauna bei Gautzsch, südlich von Leipzig, 109.

Lehmann. — Ueber Quarze mit Geradendflächen, aufgefunden an einem vulkanischen Auswürfling, 35.

— Id., t. III ; 1876.

Credner. — Ueber die marine Tertiärfauna südlich von Leipzig, 16.

Zincken. — Ueber Gänge von Bohrwürmern im Lignit, 40.

Rothpletz. — Ueber devonische Porphyroide in Sachsen, 63.

— Id., t. IV, n° 1 ; 1877.

Stuttgart. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palæontologie, 1876, n°s 7-9.

G. vom Rath. — Die Zwillingsverwachsung der triklinen Feldspathe nach dem sogen. Periklin-Gesetze und über eine darauf gegründete Unterscheidung derselben, 689 ; — 855.

F. Henrich. — Ueber die Temperaturen im Bohrloche zu Sperenberg und die daraus gezogenen Schlüsse, 716.

Möhl. — Neue geologische Aufschlüsse in der Stadt Cassel, 724.

H. Unger. — Chemische Untersuchung der Contact-Zone der Steiger Thonschiefer am Granitstock von Barr-Andlau, 785.

Fr. Maurer. — Palæontologische Studien im Gebiet des rheinischen Devon : 3. Die Thonschiefer des Ruppbachthales bei Diez, 808.

Knop. — Zur Verständigung über Pachnolith und Kryolith, 849.

Von Pischke. — Mittheilungen über die Silber-und Goldgewinnung im Bergwerksdistrikte von Nertschinsk, 897.

A. Wichmann. — Ueber Puddingstein, 907.

A. Pichler. — Beiträge zur Geognosie und Mineralogie Tirols, 919.

Briefwechsel : A. Weisbach, 730 ; — J. Hirchswald, 733 ; — M. de Tribolet, 735 ; — H. Laspeyres, 737 ; — A. Jentzsch, 738 ; — A. Streng, 854 ; — F. Hornstein, 923 ; — Bölsche, 924.

— Id., 1877, n°s 1 et 2.

Weisbach. — Ueber die Krystallform des Walpurgin, 1 ; — 185.

A. Nies. — Strengit, ein neues Mineral, 8 ; — 176.

O. Fraas. — Juraschichten am Hermon, 17.

A. Streng et Kloos. — Ueber die krystallinischen Gesteine von Minnesota in Nord-Amerika, 31, 113.

A. Pichler. — Tirolische Mineralien, 63.

Ludwig. — Fossile Crocodiliden aus dem Oligocän des Mainzer Tertiärbeckens, 74.

V. von Möller. — Ueber Fusulinen und ähnliche Foraminiferen-Formen des russischen Kohlenkalkes, 139.

O. Feistmantel. — Kurze Bemerkungen über das Alter der sog. älteren kohlenführenden Schichten in Indien, 147 ; — 178, 189.

Reinach. — Notiz über die mikroskopische Fauna der mittleren und unteren Fränkischen Liasschichten, 176.

Moesta. — Ueber die Zunahme der Temperatur des Erdkörpers mit der Tiefe, 187.

Briefwechsel. — F. Sandberger, 57, 167 ; — A. von Lasaulx, 59, 170 ; — Kopp, 62 ; — F. Rœmer, 64 ; — Zittel, 77 ; — Boettger, 78 ; — Des Cloizeaux, 160 ; — Abich, 161 ; — Dathe, 163 ; — Laspeyres, 166 ; — Kenngott, 168, 169 ; — Brauns, 181 ; — Laube, 184 ; — Grotrian, 185.

Alsace-Lorraine. Mulhouse. Société industrielle de —. Bulletin de la —, t. XLVII, fév. ; 1877.

Autriche-Hongrie. Bude-Pesth. Geologischen Anstalt. Mittheilungen aus dem Jahrbuche der K. U. —, t. IV, nº 3 ; 1876.

Böckh. — *Brachydiastematherium transilvanicum,* Bkh. et Maty, 125.

Vienne. Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. Denkschriften der K. —, t. XXXVI ; 1876.

Doelter. — Die Vulcangruppe der Pontinischen Inseln, II, 141.

— — Sitzungsberichte der K. —, I Abth., t. LXII ; 1875.

Boué. — Einige Bemerkungen über das Alluvialgebiet, 100.

Suess. — Die Erderschütterung an der Kamplinie am 12 Juni 1875, 214.

Toula. — Geologische Untersuchungen im westlichen Theile des Balkan's und in den angrenzenden Gebieten : I. Kurze Uebersicht ueber die Reiserouten und die wichtigsten Resultate der Reise, 488.

— Id., II Abth., t. LXII ; 1875 ; et t. LXIII, nºs 1-3 ; 1876.

— Geologischen Reichsanstalt. Verhandlungen der K. K. —, 1877, nºs 3-6.

C. von Hauer. — Krystallogenetische Beobachtungen, 45, 57, 75, 90.

H. Wolf. — Der Bergsturz von Steinbrück, 51.

Vacek. — Ueber Reste von Mastodon aus tertiären Ablagerungen Oesterreichs, 52.

Posepny. — Geologisches aus dem Hochlande im Westen Nordamerika's, 61 ; — Geologisches aus Utah, 102.

Tietze. — Das persische Plateau südlich vom Alburs, 66.

Abich. — Ueber einen Hügel bei Digala am Ourmiasee, 67.

F. von Hochstetter. — Silursuiten, 74.

R. von Drasche. — Der Vulcan Iwa-wasi-yama in Japan, 74.

Radimski. — Das Lignitvorkommen auf der Insel Pago, 95.

Pilar. — Ueber die geologischen Verhältnisse der Gegend von Radoboj in Croatien, 99.

Stache. — Aufnahmen in West-Tirol, 106.

Brésil. Rio-de-Janeiro. Museo nacional do —. Archivos do —, t. I, 1er-3e trim.; 1876.

Canada. Toronto. Canadian Journal of Science, Literature and History (The), 2e sér., t. XV, no 3; 1876.

Confédération Argentine. Cordova. Academia nacional de Ciencias exactas existente en la Universidad de —. Acta de la —. t. I; 1875.

A. Stelzner. — Comunicaciones sobre la Geologia y Mineralogia de la Republica Argentina, 1.

F. Schickendantz. — Apuntes sobre unos Sulfatos naturales, 13.

L. Brackebusch. — Descripcion de las Rocas de la Sierra de Cordova, 42.

G. Avé-Lallemant. — Apuntes sobre la Geognosia de la Sierra de San Luis, 103; — Estudios micromineralogicos, 141.

États-Unis. Boston. Appalachia, t. I, no 2; 1877.

Hitchcock. — Geology of the White Mountains, 70.

New-Haven. American Journal of Science and Arts (The), 3e sér., t. XIII, nos 75 et 76; 1877.

A. C. Peale. — Notes on the Age of the Rocky Mountains in Colorado, 172.

Ch. Upham Shepard. — On the Meteoric Stone of Rochester, Fulton County, Indiana, 207.

J. Lawrence Smith. — Examination of the Waconda Meteoric Stone, Bates County Meteoric Iron and Rockingham County Meteoric Iron, 211.

E. Lewis. — Certain features of the Valleys or Water-courses of Southern Long Island, 215.

Ch. Wachsmuth et Fr. Springer. — Revision of the genus *Belemnocrinus*, and Description of two new species, 253.

Diller. — Westfield during the Champlain Period, 262.

S. W. Ford. — On some Embryonic Forms of Trilobites from the Primordial Rocks at Troy, N. Y., 265.

F. W. Clarke. — Note on Mineral Analysis, 290.

A. Chester. — On the identity of the so-called Peganite of Arkansas with the Variscite of Breithaupt and Callainite of Damour, 295; — On a fibrous variety of Sepiolite from Utah, 296.

J. J. Stevenson. — On Dr. Peale's Notes on the Age of the Rocky Mountains in Colorado, 297.

New-York. Lyceum of Natural History of —. Annals of the —, t. X, nos 12-14; 1873-74.

— Id., t. XI, nos 1-8; 1874-76.

J. C. White. — Notes on the Coal Measures of Beaver County, Pennsylvania, 14; — Notes on the Upper Coal Measures of West Virginia and Pennsylvania, 46.

Stevens. — Observations on some Irregularities of the Floor of the Coal Measures of Eastern Kentucky, 18.

A. Leeds. — On an Asphaltic Coal from the shale of the Huron River, Ohio, containing seams of Sulphate of Baryta, 105.

Hartt et Rathbun. — Morgan Expeditions, 1870-71; On the Devonian Trilobites and Mollusks of Ereré, Province of Parà, Brazil, 110.

Walcott. — Notes on *Ceraurus pleurexanthemus*, Green, 155; — Description of the Interior Surface of the Dorsal Shell of *Ceraurus pleurexanthemus*, Green, 159.

— Proceedings of the —, 2e sér., t. I, nos 2-4 ; 1873-74.

Feuchtwanger. — On a specimen of Lazulite from Africa, 4.

R. P. Stevens. — On the Fossils found in the Flag-stones used in the cities of New York and Brooklyn, 5 ; — Recent Observations on the Drift, 71 ; — On the so-called Carbonite or natural coke, 73 ; — Some features of the Geology of the canon of New River, W. V., 74.

Newberry. — On the Coals and Lignites of the Western States and Territories, 9 ; — On the discovery of ancient human remains in Ohio, 12 ; — On the Copper ores discovered in Texas, 16 ; — On a specimen of Chrysolite from Arizona, 23 ; — On the Miocene Flora of North America, 23 ; — Remarks reviewing the history of the class of Fishes as traced in the older rocks of North America, 25 ; — Specimens of *Cælacanthus elegans*, from the Coal-measures of Linton, Ohio, 30, 76 ; — On the age of the Rocky Mountains, 69 ; — Skulls of *Dicotyles compressus*, 77 ; — On the Lignite-flora of the Far West, 78 ; — Fishes from a new locality in the Trias of Connecticut, 83 ; — Relations of the group of supposed Algæ to which *Dictyophyton* belongs, 84 ; — *Castoroides Ohioensis*, 92 ; — On circles of deposition in Secondary Sedimentary Rocks, American and Foreign, 122 ; — On a sandstone containing angiospermous leaves, 127 ; — On the Linton Coal-bed, 134 ; — On the structure and origin of the Great Lakes, 136 ; — Scorodite, 139 ; — *Dinichthys Terrelli*, 149.

C. F. Hartt. — On the geological results of his recent visit to Brazil, 14.

D. S. Martin. — Crystals of Cuprite coated with Malachite, 16 ; — Specimens from northern N. Y., 24 ; — On the striking differences between the Serpentines of what he termed the Atlantic belt, and those of the Blue Ridge and the Eozoic mountains, 66 ; — On magnesian minerals from New Rochelle, 68 ; — Specimens of Coral altered to Chalcedony, 71 ; — Specimens of *Palæotrochis minor*, 77 ; — *Ostrea borealis* from the great shell-heaps on the Damariscotta River, 77 ; — Specimens of *Dictyophyton tuberosum*, 84 ; — On *Odontopteryx toliapicus*, 97 ; — On the geological position of the Disco Lignite, 120 ; — On the distribution of the Mesozoic rocks in the Middle States, 126 ; — On the rhombic crystallization of Graphite, 138, 145 ; — On Bones from a miocene marl in Virginia, 139.

B. N. Martin. — On a Fossil discovered at the very base of the Postdam sandstone, 67

W. P. Jenny. — An account of his recent explorations in the Geology of Western Texas, 68.

Ricketts. — On Assays of Iron Ores, 82.

W. Falk. — Fishes from a new locality in the Trias of Connecticut, 83.

J. J. Stevenson. — On the Lignites of Colorado, 93.

H. Newton. — On American Iron ores suitable for the Manufacture of steel, 94.

H. Wurtz. — Report on the Greenland Coal from the mines at Disco Island, 119.

Egleston. — On the striations of Crystals, 146.

Washington. Smithsonian Institution. Sm. Contributions to Knowledge, t. XX et XXI ; 1876.

Grande-Bretagne. Londres. Geological Magazine (The), 2e sér., 2e déc., t. IV, no 4 ; 1877.

Davidson. — What is a Brachiopod ?, 145.

Aveline. — The Magnesian Limestone and New Red Sandstone in the Neighbourhood of Nottingham, 155.

Th. Belt. — On the First Stages of the Glacial Period in Norfolk and Suffolk, 156.

Lewis. — Notes on the Geology of the Lebanon, 159.

Gardner. — On Baron C. von Ettingshausen's Theory of the Development of Vegetation on the Earth, 160.

S. V. Wood j. — The fossil Flora of the Tertiary Beds of Bournemouth, 187.

O. Feistmantel. — The Gondwana series of India, 188.

Blanford. — Dr. Feistmantel's Paper on the Gondwana series, 189.

— The Pilsen Permo-carboniferous beds, 191.

G. Fordham. — The term *chloritic marl*, 191.

Manchester. Geological Society. Transactions of the — —, t. XIV, n° 8 ; 1877.

B. Dawkins. — The conditions of Vesuvius in January 1877, 169.

Waters. — On Vesuvius, 176.

W. Evans. — A description of the sinking through the quicksand and other deposits overlying the metals at Royton, Lancashire, 178.

Italie. Rome. Accademia dei Lincei. Atti della R. —, 3e sér., t. I, nos 1-4 ; 1876-77.

Strüver. — Studî petrografici sul Lazio, 29.

Cossa. — Sul Fluoruro di Magnesio, 34.

Baretti. — Studî geologici sul gruppo del Gran Paradiso, 46.

Taramelli. — Catalogo ragionato delle rocce del Friuli, 49.

Gastaldi. — Su alcuni Fossili paleozoici delle Alpi marittime e dell' Appennino ligure, studiati da G. Michelotti, 62.

Seguenza. — Le formazioni terziarie rinvenute nelle provincie meridionali d'Italia, 65.

Sella. — Sulla esistenza del Realgar e dell Orpimento nei monti di Santa Severa, provincia di Roma, 66.

Ponzi. — Sulla Tuscia romana e la Tolfa, 68.

Moro. — Sul mare quaternario, 74.

Uzielli. — Sopra la Titanite e l'Apatite della Lama dello Spedalaccio presso Sassalbo nella Lunigiana, 108 ; — Sulla Mancinite, 108.

— Bullettino del Vulcanismo italiano, par M. *M. St. de Rossi*, t. III, nos 11 et 12 ; 1876.

Russie. Moscou. Société I. des Naturalistes de —. Bulletin de la —, t. II, n° 2 ; 1876.

H. Trautschold. — Der französische Kimmeridge und Portland verglichen mit dem gleichaltrigen moskauer Schichten, 381.

R. Hermann. — Fortgesetzte Untersuchungen über die Verbindungen der Metalle der Tantal-Gruppe, so wie über Neptunium, ein neues Metall, 400.

— — Nouveaux Mémoires de la —, t. XIII, n° 5 ; 1876.

H. Trautschold. — Kalkbrüche von Mjatschkowa. Eine Monographie des oberen Bergkalks, 327.

Saint-Pétersbourg. Académie I. des Sciences de —. Bulletin de l' —, t. XXIII, n° 2 ; 1877.

G. von Helmersen. — Bericht über die in den Jahren 1872 bis 1876 in den Gouvernements Grodno und Curland ausgeführten geologischen Untersuchungen zur Kenntniss der dort vorkommenden mineralischen Brennstoffe, 177.

Suisse. Lausanne. Société vaudoise des Sciences naturelles. Bulletin de la —, 2e sér., t. XIV, nº 77; 1876

P. Choffat. — Age du gisement fossilifère des Sèches des Amburnets, 587.
Colladon. — Terrasses lacustres du Lac Léman et constitution de la terrasse sur laquelle est construite la ville de Genève, 653.

LISTE DES OUVRAGES

REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

PAR LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

du 7 mai au 18 juin 1877.

1° OUVRAGES NON PÉRIODIQUES.

(Les noms des donateurs sont en italique.)

Bassani. Nuovi Squalidi fossili, gr. in-8°, 6 p., 1 pl.; Pise, 1877.

Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen. Catalogus der Ethnologische Afdeeling van het Museum van het —, 2e édition, in-8°, 186 p.; Batavia, 1877, chez W. Bruining.

Boucheporn (de). Atlas topographique, agricole et géologique du département de la Corrèze. Carte géologique, 1 feuille;... *(Ministère des Travaux publics).*

— Explication de la Carte géologique du département de la Corrèze, in-16, 212 p.; Tulle, 1875 *(Le même).*

Clercq (F. S. A. de). Het Maleisch der Molukken. Lijst der meest voorkomende vreemde en van het gewone Maleisch verschillende woorden, zooals die gebruikt worden in de residentiën Manado, Ternate, Ambon met Banda en Timor Kœpang, benevens eenige prœven van aldaar vervaardigde Pantoens, Prozastukken en Gedichten, in-8°, 96 p.; Batavia, 1876, chez W. Bruining *(Société des Arts et Sciences de Batavia).*

Cotteau. Échinides tertiaires des îles Saint-Barthélemy et d'Anguilla, gr. in-8°, 5 p.; Paris, 1877.

Delesse et *de Lapparent.* Extraits de Géologie pour les années 1875 et 1876, in-8°, 184 p.; Paris, 1876.

Delfortrie. Étude des phénomènes géologiques qui se produisent depuis des siècles, sans discontinuité, sur le littoral des départements de la Vendée et de la Charente-Inférieure, in-8°, 18 p.; ...

Deville (Ch. Sainte-Claire-). Notice sur les travaux scientifiques de M. —, in-4°, 39 p.; Paris, 1856 *(Mme Ch. Sainte-Claire-Deville).*

— Extrait de l'Annuaire des Eaux de la France pour 1851, in-4°, 37 p.; Paris, 1851 *(La même).*

LISTE DES OUVRAGES

REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

PAR LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

du 7 mai au 18 juin 1877.

1° OUVRAGES NON PÉRIODIQUES.

(Les noms des donateurs sont en italique.)

Bassani. Nuovi Squalidi fossili, gr. in-8°, 6 p., 1 pl.; Pise, 1877.

Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen. Catalc der Ethnologische Afdeeling van het Museum van het —, 2e éditi in-8°, 186 p.; Batavia, 1877, chez W. Bruining.

Boucheporn (de). Atlas topographique, agricole et géologique département de la Corrèze. Carte géologique, 1 feuille;... *(Minis des Travaux publics).*

— Explication de la Carte géologique du département de la Corrè in-16, 212 p.; Tulle, 1875 *(Le même).*

Clercq (F. S. A. de). Het Maleisch der Molukken. Lijst der m voorkomende vreemde en van het gewone Maleisch verschille woorden, zooals die gebruikt worden in de residentiën Manado, T nate, Ambon met Banda en Timor Kœpang, benevens eenige prœ van aldaar vervaardigde Pantoens, Prozastukken en Gedichten, in 96 p.; Batavia, 1876, chez W. Bruining *(Société des Arts et Science Batavia).*

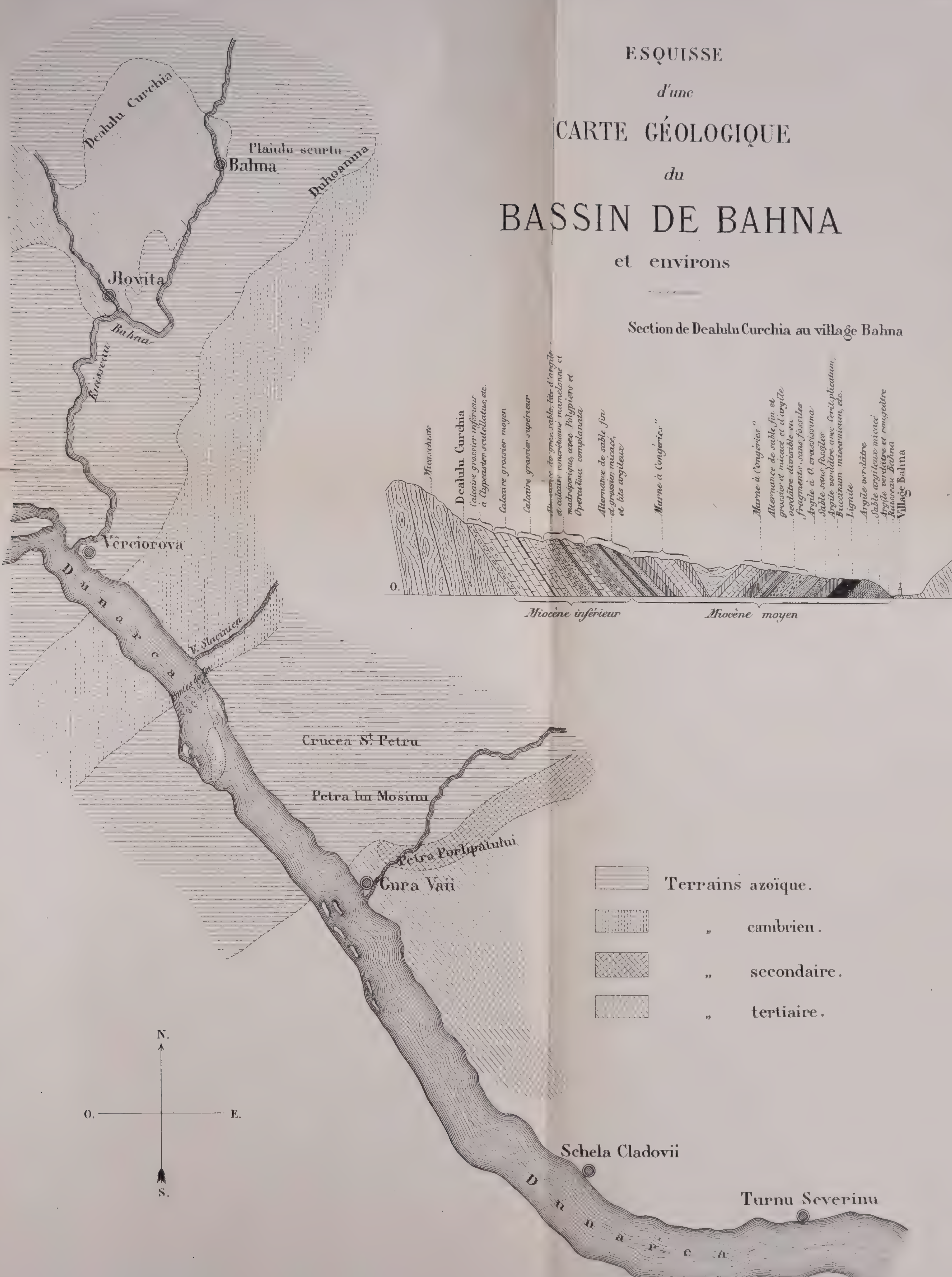
Cotteau. Échinides tertiaires des îles Saint-Barthélemy et d'Angui gr. in-8°, 5 p.; Paris, 1877.

Delesse et *de Lapparent.* Extraits de Géologie pour les années 1 et 1876, in-8°, 184 p.; Paris, 1876.

Delfortrie. Étude des phénomènes géologiques qui se produi depuis des siècles, sans discontinuité, sur le littoral des départem de la Vendée et de la Charente-Inférieure, in-8°, 18 p.; ...

Deville (Ch. Sainte-Claire-). Notice sur les travaux scientifique M. —, in-4°, 39 p.; Paris, 1856 *(Mme Ch. Sainte-Claire-Deville).*

— Extrait de l'Annuaire des Eaux de la France pour 1851, in 37 p.; Paris, 1851 *(La même).*



Gravé chez L. Wuhrer, R. de l'Abbé de l'Epée, 4.

Paris _ Imp. Falconer.

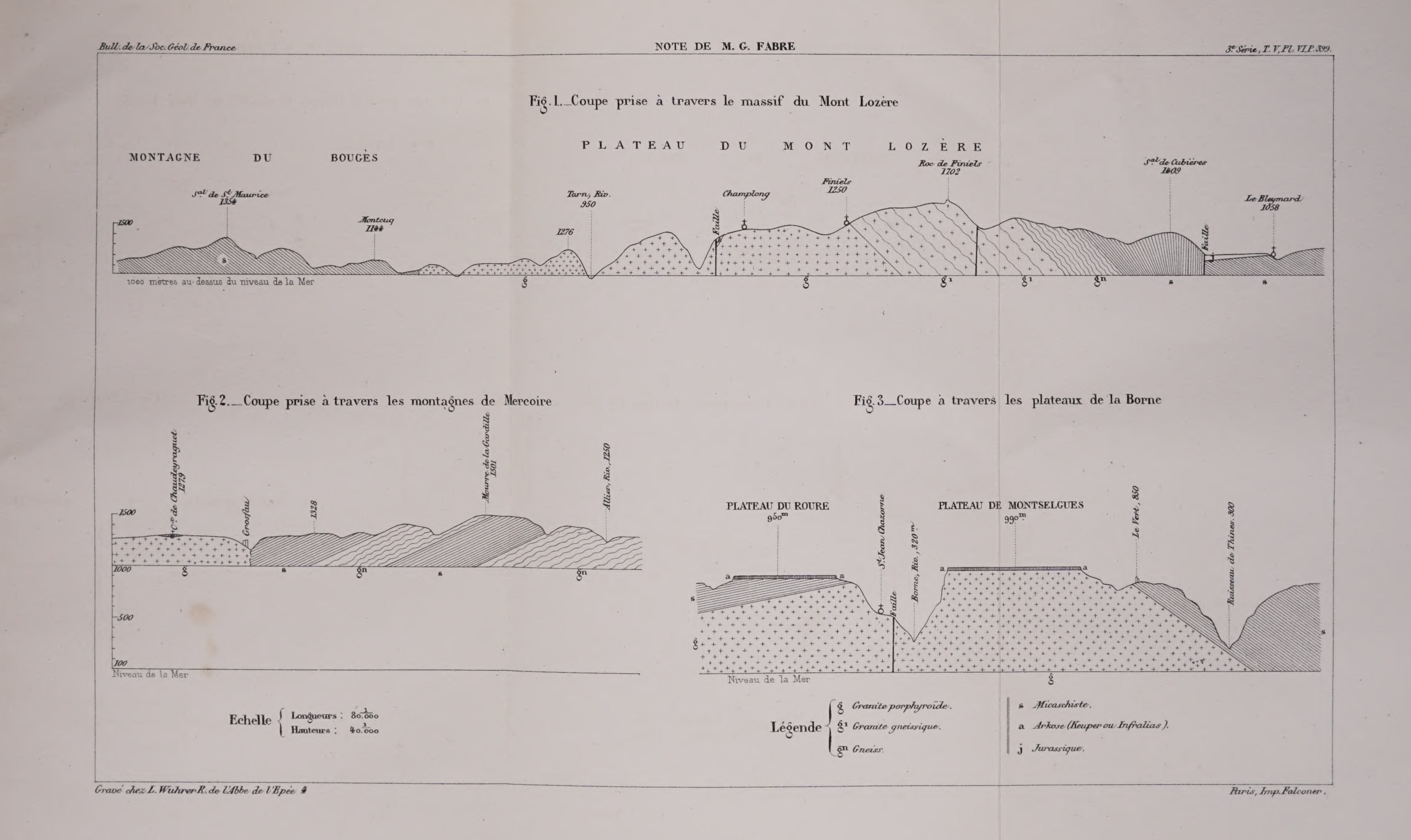

Fig. 1. Coupe prise à travers le massif du Mont Lozère
MONTAGNE DU BOUGÈS
PLATEAU DU MONT LOZÈRE
Sal de St Maurice 1354
Montcuq 1144
1276
Tarn, Riv. 950
Faille
Champlong
Finiels 1250
Roc de Finiels 1702
Sal de Cubières 1409
Faille
Le Bleymard 1058
1500
1000 mètres au-dessus du niveau de la Mer
Fig. 2. Coupe prise à travers les montagnes de Mercoire
Cre de Chaudeyraguet 1279
Grosfau
1328
Mourre de la Gardille 1501
Allier, Riv. 1250
1500
1000
500
100
Niveau de la Mer
Fig. 3. Coupe à travers les plateaux de la Borne
PLATEAU DU ROURE 950m
St Jean Chazorne
Faille
Borne, Riv., 320m
PLATEAU DE MONTSELGUES 990m
Le Vert, 850
Ruisseau de Thines, 300
Niveau de la Mer
Echelle { Longueurs : 1/80.000 Hauteurs : 1/40.000
Légende { γ Granite porphyroïde. γ1 Granite gneissique. γn Gneiss.
s Micaschiste.
a Arkose (Keuper ou Infralias).
j Jurassique.

Table des articles contenus dans les feuilles 25-29 (1876-1877).

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ

Bulletin. — Les Membres n'ont droit de recevoir que les volumes des années pour lesquelles ils ont payé leur cotisation. Ils ne peuvent se procurer les autres qu'en les payant (Art. 58 du règl.).

La 1re *série* est composée de 14 vol. (1830-1843), qui, pris séparément, se vendent :

	Aux Membres.	Au public.		Aux Membres.	Au public.
Le t. I, épuisé.			Le t. VIII..............	5 fr.	8 fr.
Le t. II................	20 fr.	28 fr.	Le t. IX................	10	16
Le t. III................	30	40	Les t. X et XI, chacun..	5	8
Les t. IV, V et VI, épuisés.			Les t. XII et XIII, chac.	20	28
Le t. VII...............	10	16	Le t. XIV...............	5	8

La 2e *série* (1844-1872) comprend 29 volumes. Son prix est de 400 fr. *pour les Membres,* et de 500 fr. *pour le public.* Pris séparément, les volumes se vendent :

	Aux Membres.	Au public.		Aux Membres.	Au public.
Le t. I ne se vend pas séparément			Le t. XX................	20 fr.	40 fr.
Les t. II, III et IV, chacun	30 fr.	50 fr.	Les t. XXI à XXVII, chacun	10	30
Le t. V.................	20	40	Le t. XXVIII............	5	30
Les t. VI à XVIII, chacun.	10	30	Le t. XXIX..............	10	30
Le t. XIX...............	30	50			

Table des XX premiers volumes du Bulletin (2e série) { Prix, pour les Membres : 4 fr.
— pour le public 7

La 3e *série* est en cours de publication.

	Aux Membres.	Au public.		Aux Membres.	Au public.
Le t. I.................	10 fr.	30 fr.	Le t. III...............	10 fr.	30 fr.
Le t. II................	10	30	Le t. IV................	10	30

Le *Bulletin* s'échange contre des publications scientifiques périodiques.

Mémoires. — 1re *série,* 5 vol. in-4° (1833-1843). — La 1re partie du t. I est *épuisée.* — La 2e partie du t. II, la 1re du t. III, la 2e du t. IV et la 2e du t. V *ne se vendent pas séparément.* — Le prix de la 1re partie du t. II, et de la 2e du t. III est de 10 fr. pour les Membres, et de 15 fr. pour le public. — Celui de la 1re partie des t. IV et V est de 12 fr. pour les Membres, et de 18 fr. pour le public.

2e *série,* en cours de publication, 10 vol. in-4° (1844-1875). — Le prix de la collection (moins la 1re partie du t. I *épuisée)* est de 160 fr. pour les Membres, de 300 fr. pour le public. Les t. I, 2e partie, et II, 1re et 2e part., ne se vendent pas séparément. Le prix des autres demi-volumes des t. III à VI est de 8 fr. pour les Membres, de 15 fr. pour le public. — Les mémoires publiés dans les t. VII, VIII, IX et X se vendent :

	Aux Membres.	Au public.		Aux Membres.	Au public.
T. VII. — Mémoire n° 1	5 fr.	8 fr.	T. IX. — Mémoire n° 2	1 50	2 50
Mémoire n° 2	7	13	Mémoire n° 3	5	10
Mémoire n° 3	8	15	Mémoire n° 4	4	8
T. VIII. — Mémoire n° 1	8	15	Mémoire n° 5	7	12
Mémoire n° 2	6	11	T. X. — Mémoire n° 1	5	10
Mémoire n° 3	8	17	Mémoire n° 2	5	10
T. IX. — Mémoire n° 1	8	15	Mémoire n° 3	6 50	12

Histoire des Progrès de la Géologie.

	Aux Membres.	Au public.		Aux Membres.	Au public.
Collection, moins le t. 1er qui est épuisé...	60 fr.	80 fr.	Tome II, 2e partie...	5 fr.	8 fr.
Tome I, épuisé.			Tomes III à VIII, chac.	5	8
— II, 1re partie, ne se vend pas séparément.					

Adresser les envois d'argent, les demandes de renseignements et les réclamations à M. le Trésorier, rue des Grands-Augustins, 7.

Meulan, imprimerie de A. Masson.